Jennifer Dusdal

Welche Organisationsformen produzieren Wissenschaft?

Zum Verhältnis von Hochschule und Wissenschaft in Deutschland

Hochschule und Gesellschaft

campus

Welche Organisationsformen produzieren Wissenschaft?



Hochschule und Gesellschaft

Herausgegeben von Georg Krücken

Jennifer Dusdal, Dr., ist Postdoktorandin am Institute of Education and Society der Universität Luxemburg.

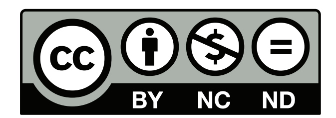
Jennifer Dusdal

Welche Organisationsformen produzieren Wissenschaft?

Zum Verhältnis von Hochschule und Wissenschaft in Deutschland

Campus Verlag
Frankfurt/New York

Unter http://www.campus.de/pdf/dusdal-50967.pdf können alle Abbildungen und Tabellen aus dem Anhang abgerufen werden.



ISBN 978-3-593-50967-9 Print
ISBN 978-3-593-43978-5 E-Book (PDF)

DOI 10.12907/978-3-593-43978-5

Umschlaggestaltung: Campus Verlag GmbH, Frankfurt am Main
Gesetzt aus der Garamond
Druck und Bindung: Beltz Grafische Betriebe GmbH, Bad Langensalza
Printed in Germany

www.campus.de

Inhalt

1. Zwischen Expansion, Vielfalt und Kooperation: Publikationen als Kennzeichen wissenschaftlicher Produktivität 9

1.1 Zur Relevanz des Themas.. 11

1.2 Forschungsleitende Fragen 14

1.3 Publikationen in Zeitschriften als zentrales Kennzeichen wissenschaftlicher Produktivität... 18

1.4 Getting into Print: Von der Forschungsidee zum fertigen Artikel.............................. 29

1.5 Möglichkeiten und Grenzen der Arbeit... 34

1.6 Die Struktur der Arbeit 35

2. Multidisziplinärer Kontext 37

2.1 Perspektiven der Hochschul- und Wissenschaftsforschung......... 38

2.2 Auf dem Weg in die Wissensgesellschaft: Die Sonderstellung wissenschaftlichen Wissens 52

2.3 Die Entstehung der Wissenschaft als soziale Institution 55

2.4 Little Science, Big Science: Von der Studierstube zur Großforschung.................................... 59

3. Aktueller Stand der Forschung 69

3.1 Hochschul- und Wissenschaftssysteme im internationalen Vergleich.. 69

3.2 Exponentielles Wachstum wissenschaftlicher Produktivität......... 72

3.3 Die Untersuchung von Organisationsformen, die an der Produktion wissenschaftlichen Wissens beteiligt sind 73

3.4 Nationale und internationale Kooperationen 75

3.5 Die Repräsentativität der Daten des SCIE zur Nutzung von vergleichenden Publikationsanalysen 76

3.6 Zitationsanalysen zur Messung der Qualität wissenschaftlicher Publikationen 79

4. Theoretischer Rahmen: Erklärungsansätze zur Beschreibung der Entwicklung und Institutionalisierung globaler Wissenschaft 82

4.1 Neo-Institutionalismus 83

4.2 Vergleichende institutionelle Theorie: Ein Mehrebenenansatz 94

4.3 Die Transformation der Wissenschaft 100

5. Bibliometrische Analysen im Überblick 108

6. Forschungsdesign und Methoden 113

6.1 SPHERE: Science Productivity, Higher Education, Research and Development, and the Knowledge Society 114

6.2 Methodisches Vorgehen 116

6.3 Herausforderungen im Umgang mit bibliometrischen Daten 127

6.4 Die Repräsentativität der Daten 131

6.5 Die Daten der OECD, des Statistischen Bundesamtes und des Bundesministeriums für Bildung und Forschung 134

6.6 Konzeptspezifikation und Operationalisierung 135

6.7 Unterschiedliche Methoden zur Berechnung der wissenschaftlichen Produktivität 145

6.8 Die Gewichtung der Daten 149

7. The Global Picture – Hochschul- und Wissenschaftssysteme im Vergleich ... 152

7.1 It's a World Society – Wissenschaft im 20. Jahrhundert ... 153

7.2 Die empirische Überprüfung Derek J. de Solla Prices These des exponentiellen Wachstums wissenschaftlicher Literatur ... 166

8. Die Institutionalisierung des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems ... 190

8.1 Von Humboldt nach Harvard: Universitäten zwischen Forschung und Lehre ... 193

8.2 Die Konzentration außeruniversitärer Institute auf wissenschaftliche Forschung ... 208

8.3 Die anwendungs- und praxisorientierten Fachhochschulen ... 217

8.4 Die Finanzierung von Forschung und Entwicklung in Deutschland ... 219

8.5 Wissenschaft als Produktivkraft: Die Organisation der Forschung in der DDR ... 224

9. Das Zusammenspiel der Organisationsformen der Wissenschaft in Deutschland von 1900 bis 2010 ... 231

9.1 Das Wachstum wissenschaftlicher Publikationen in Deutschland ... 232

9.2 Die klassischen Organisationen wissenschaftlicher Produktivität im Vergleich ... 238

9.3 Mehr als nur Universitäten und Forschungsinstitute: Das organisationale Feld der Wissenschaft ... 243

9.4 Die führenden Wissenschaftsproduzenten Deutschlands ... 283

10. Nationale und internationale Forschungskooperationen ... 291

10.1 Der Austausch wissenschaftlichen Wissens durch »brain drain« und »brain circulation« ... 293

10.2 In Einsamkeit und Freiheit? Die weltweite Entwicklung wissenschaftlicher Zusammenarbeit ... 294

10.3 Was sind nationale und internationale Kooperationen und wie können sie gemessen werden? ... 296
10.4 Der Anstieg nationaler und internationaler Kooperationen ... 307

11. Schlussbetrachtung und Diskussion der Ergebnisse ... 313

12. Ausblick und offene Fragen ... 323

Abbildungen und Tabellen ... 328

Abkürzungen ... 333

Literatur ... 338

Dank ... 383

1. Zwischen Expansion, Vielfalt und Kooperation: Publikationen als Kennzeichen wissenschaftlicher Produktivität

Wissenschaftliche Zeitschriften und die in ihnen veröffentlichten Artikel spielen eine wichtige Rolle innerhalb der Wissenschaft. Warum? Ein Ziel wissenschaftlicher Forschung ist es, sichere Aussagen über die Wirklichkeit zu treffen, die sich zunächst in der Praxis bewähren müssen. Durch die Gewinnung von Daten können Hypothesen und theoretische Annahmen eines Forschers[1] getestet werden. In der Forschung produziertes Wissen wird innerhalb der Fachgemeinschaft kollektiv abgesichert, indem es strengen Tests unterworfen wird. Diese Art der Diskussion wissenschaftlichen Wissens wird unter anderem in schriftlicher Form geführt. Jedoch eignen sich wissenschaftliche Publikationen nicht nur zur fachlichen Diskussion innerhalb der Gemeinschaft der Forschenden, sie dienen auch der Reputation des einzelnen Wissenschaftlers. Nach einer ersten Publikation von Forschungsergebnissen ist das gewonnene Wissen nicht mehr neu, da jede weitere folgende Diskussion des Themas auf vorangegangene Veröffentlichungen Bezug nehmen muss. Somit dienen sie gleichzeitig als Aufforderung für Wissenschaftler bereits gewonnenen Ergebnisse für eigene Forschungsvorhaben zu nutzen (McClellan 2003: 235). Schon Robert K. Merton hat 1988 dieses spezifische Verhältnis von Zusammenarbeit und Wettbewerb bei der Produktion wissenschaftlichen Wissens beschrieben:

»That crucial element of free and open communication is what I have described as the norm of ›communism‹ in the social institution of science […]. Institutionalized arrangements have evolved to motivate scientists to contribute freely to the common wealth of knowledge according to their trained capacities, just as they can freely take from that common wealth what they need.« (Merton 1988: 629)

---

1 Zur verkürzten Darstellung und besseren Lesbarkeit der Arbeit wird im Folgenden bei personenbezogenen Begriffen entweder der männliche oder der weibliche Terminus verwendet. Gemeint sind sowohl Männer als auch Frauen.

Die Publikation wissenschaftlicher Ergebnisse ist somit unerlässlich, da nicht publizierte Ergebnisse für die Wissenschaft nicht existieren und Originalmitteilungen von Forschungsergebnissen in Form von Aufsätzen in Fachzeitschriften eine bestimmte Struktur aufweisen, aus der sich ihre Funktion in der Wissenskommunikation ableiten lässt: Sie sollen die Gewinnung neuen Wissens dokumentieren und kommunizieren, was nicht ohne Bezug auf vorangegangene Forschungsarbeiten möglich ist (Havemann 2009: 7f.). Um Informationen über die Wahrnehmung von Veröffentlichungen eines einzelnen Forschers, einer Forschergruppe, oder einer ganzen Institution zu bekommen, können bibliometrische Datenbanken eingesetzt werden (Havemann 2009: 3).

»Sie sind ein Instrument, um Aufschlüsse über die wissenschaftliche Publikationsleistung, die Integration der Wissenschaftslandschaft und die internationale Sichtbarkeit von Forschungsergebnissen zu erhalten.« (Ball/Tunger 2005: 15)

Bereits der Titel meiner Dissertation *Welche Organisationsformen produzieren Wissenschaft? Zum Verhältnis von Hochschule und Wissenschaft in Deutschland* verspricht, dass sich dem Thema der Entwicklung wissenschaftlicher Produktivität in Deutschland aus verschiedenen Perspektiven genähert werden soll. Meine Studie ist eine der ersten, die eine systematische historische und institutionelle Analyse der Entwicklung des ungebremsten Wachstums wissenschaftlicher Produktivität und der Entwicklung der Hochschulbildung anhand eines langen historischen Zeitrahmens anstrebt. Untersucht wird, wie sich die Entwicklung der Hochschulbildung und der (wissenschaftlichen) Einrichtungen, die Publikationen in Fachzeitschriften veröffentlichen, auf die wissenschaftliche Produktivität auswirken. Mich interessiert, wie sich auf diese Weise die Grundlagen einer Wissensgesellschaft herausgebildet haben. Wie zu zeigen sein wird, tragen nicht nur die »klassischen« Organisationsformen – Universitäten und außeruniversitäre Forschungsinstitute – zur Produktion wissenschaftlichen Wissens bei, sondern auch viele andere, unter ihnen Unternehmen, Behörden und Ressortforschungseinrichtungen sowie Krankenhäuser. Es geht darum, zu erforschen, wie die im deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystem vorherrschenden Strukturen und institutionellen Settings die langfristige Entwicklung der wissenschaftlichen Produktivität beeinflusst und eventuell auch verändert haben. Im Zuge der voranschreitenden Globalisierung und Institutionalisierung der Wissenschaft, einer weltweiten Vernetzung von Wissenschaftlern und steigender Mobilität kommt es zu einem vermehrten Austausch von Wissen über die Grenzen eines Landes hinweg. An diese Beobachtung an-

schließend möchte ich untersuchen, wie sich die nationalen und internationalen Kooperationen in Form von Publikationen in Ko-Autorenschaften im internationalen Vergleich entwickelt haben.

Bevor die Ergebnisse dieser Arbeit vorgestellt werden, möchte ich in einem ersten Schritt die Relevanz des Themas herausstellen (Abschnitt 1.1). In einem zweiten Schritt werden die zu beantwortenden Forschungsfragen präsentiert, indem entlang des Titels der Arbeit die unterschiedlichen Ebenen und Dimensionen der folgenden Analysen diskutiert werden (Abschnitt 1.2). Um sich dem Thema zu nähern, wird in einem dritten Schritt auf den Begriff der wissenschaftlichen Produktivität eingegangen (Abschnitt 1.3). Es ist zu klären, was in dieser Arbeit unter wissenschaftlicher Produktivität verstanden wird und warum der Peer-Review-Prozess ein zentrales Verfahren zur Sicherung der Qualität in der Wissenschaft ist. Hieran anschließend folgt in einem vierten Schritt eine Beschreibung, wie aus einer ersten Forschungsidee ein publizierbares Manuskript in einer wissenschaftlichen Fachzeitschrift entsteht und was das Durchlaufen des *peer review* für einen Wissenschaftler bedeutet (Abschnitt 1.4). Die Beschreibung der Möglichkeiten und Grenzen dieser Arbeit (Abschnitt 1.5) und ein Hinweis auf die folgende Struktur (Abschnitt 1.6) schließen die Einleitung meiner Dissertation ab.

1.1 Zur Relevanz des Themas

Die aus Zeitungsausschnitten hergestellte Collage des argentinischen Künstlers Rirkrit Tiravanija, ausgestellt im Museum of Modern Art in New York City, ist überschrieben mit der Aussage *The Days of this Society is Numbered* und zeigt eine Auswahl an Zeitungsartikeln, die alltägliche Dinge unseres Lebens in Tabellen, Diagrammen oder Bildern zusammenfasst (Abbildung 1).

Die numerische Abbildung komplizierter Sachverhalte macht es einfach ihren Inhalt zu verstehen. Auch in den Alltag von Wissenschaftlern haben Zahlen in den letzten Jahren mehr und mehr Einzug gehalten. Wir zählen unsere Publikationen, werden auf Basis unserer Publikationen evaluiert und geben unser Bestes um unsere Forschungsergebnisse in Monografien, Sammelbänden oder Zeitschriftenartikeln zu publizieren. Das Teilen von Erkenntnissen ist fester Bestandteil der wissenschaftlichen Arbeit. Jedoch kam es in den letzten Jahrzehnten zu einer Veränderung der weltweiten Entwicklung der Wissenschaft und somit auch in Deutschland, eines der ältesten

Hochschul- und Wissenschaftssysteme weltweit, das an der Produktion wissenschaftlichen Wissens maßgeblich beteiligt ist.

Abbildung 1: »The Days of this Society is Numbered«



Quelle: Rirkrit Tiravanija, 2012 (gesehen im März 2015 im MoMA, NYC)

Nach einer längeren Phase der Stagnation trat das deutsche Hochschul- und Wissenschaftssystem in eine Phase der Umgestaltung ein. Durch die Gründung außeruniversitärer Forschungsinstitute zu Beginn des 20. Jahrhunderts, der Einrichtung anwendungs- und praxisorientierter Fachhochschulen in den 1960er Jahren, einer rückläufigen staatlichen Finanzierung der Forschung an den Universitäten und immer stärker werdenden Internationalisierungs- und Europäisierungsprozessen gerieten die modernen Universitäten, die zusätzlich zur Forschung der Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses und der Studierenden nachkommen müssen, immer stärker unter Druck. Einerseits wird mehr Zusammenarbeit zwischen den als »klassische« Organisationsformen der Wissenschaft bezeichneten Organisationen und den in ihr beschäftigten Wissenschaftlern gefordert, andererseits werden nationale und internationale Kooperationen durch Programme und Förderanreize gestärkt. Es kam zur Einführung von Bachelor- und Masterstudiengängen im Zuge des Bologna-Prozesses und der Auslobung von zusätzlichen Forschungsgeldern für herausragende Universitäten. Ziel der »Exzellenzinitiative« ist die Förderung von Spitzenforschung innerhalb der

Universitäten. Die Doktorandenausbildung wurde reformiert, um den wissenschaftlichen Nachwuchs besser auf eine Karriere innerhalb und außerhalb der Wissenschaft vorzubereiten. Rankings, Ratings und leistungsorientierte Mittelvergabe sind nur drei Schlagworte im Kampf um den Titel der »besten Uni der Bundesrepublik«. Zugleich wird die chronische Unterfinanzierung des Systems von Wissenschaftlern, politischen Entscheidungsträgern und den wichtigsten wissenschaftspolitischen Beratungsgremien angemahnt. Die Grenzen zwischen den Institutionen, Disziplinen und Aufgabenbereichen sowie den Formen der Forschung werden brüchig (Simon u.a. 2010: 9f.). Als Pendant zur »Exzellenzinitiative« (Münch 2007) wurde im Jahr 2005 der »Pakt für Forschung und Innovation«[2] zur finanziellen Unterstützung der vier großen außeruniversitären Forschungsorganisationen und der Deutschen Forschungsgemeinschaft ins Leben gerufen. Ziel des Paktes ist die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wissenschaft und eine bessere Ausschöpfung der vorhandenen Potenziale. Die Zusammenarbeit zwischen den geförderten Organisationen soll vorangetrieben werden, um im internationalen Wettbewerb Bestand zu haben.

Die institutionelle Verflechtung findet jedoch nicht nur zwischen den Kerninstitutionen der Wissenschaft statt, sondern auch der Zusammenschluss von Wissenschaft, Politik und Wirtschaft schreitet immer weiter voran. Es kommt zu einer Verwischung der Grenzen. Peter Weingart (2013 [2003]: 89ff.) bezeichnet dieses Phänomen als Kopplung von Wissenschaft und Politik oder Wirtschaft. Individuen, Organisationen und Nationalstaaten können nicht mehr nur isoliert voneinander betrachtet werden, sondern sind in größeren sozialen Zusammenhängen miteinander verbunden. Europäisierung, Internationalisierung und Globalisierung sind prominente Schlagworte zur Beschreibung dieser makrosoziologischen Zusammenhänge. Die dort vorherrschenden Akteure sind in übergreifende Regelsysteme eingebettet, die im Rahmen der neoinstitutionalistischen Theorie als Institutionen bezeichnet werden (Hasse/Krücken 2005: 7f.).

Um die weltweite Expansion, Vielfalt und Kooperation des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems sowie die nationale Kapazität wissenschaftlicher Forschung und die Produktion wissenschaftlichen Wissens untersuchen zu können, müssen folgende Trends, die die Entwicklung einer globalen Wissensgesellschaft vorangetrieben haben, berücksichtigt werden: Erstens, eine grenzüberschreitende Verwissenschaftlichung und

2 Gemeinsame Wissenschaftskonferenz (GWK), Pakt für Forschung und Innovation, 23.02.2018, http://www.pakt-fuer-forschung.de/index.php?id=269.

Etablierung der Wissenschaft als Weltkultur (*world polity*) (Drori u.a. 2003; Drori u.a. 2006; Meyer 2009) und eine Verschiebung des Zentrums wissenschaftlicher Produktivität im Verlauf des 20. Jahrhunderts (Zhang u.a. 2015).

Zweitens, die Institutionalisierung der Bildung (Meyer 1977) und die Herausbildung einer *schooled society* (Baker 2014), in der Bildungsinstitutionen einen erheblichen Einfluss auf die Konstitution der Gesellschaft ausüben.

Drittens, die Gründung neuer (Massen-)Universitäten im Zuge der Hochschulexpansion (Meyer u.a. 2008; Schofer/Meyer 2005). Durch diese Entwicklung wurde Hochschulbildung auf einmal für viele Studierende zugänglich und Universitäten trugen zum globalen Paradigma für Hochschulbildung und Wissensproduktion bei (Baker 2014; Hadjar/Becker 2006). Die Expansion führte zu neuen Formen der Generierung von Wissen und politische Entscheidungsträger betrachteten wissenschaftliche (Aus-) Bildung von nun an als Ressource wirtschaftlichen Wachstums (Drori 2000).

Viertens, ein massiver Anstieg wissenschaftlicher Produktivität in Form von Zeitschriftenartikeln (de Solla Price 1961; 1974 [1963]), steigender Wettbewerb und ein erheblicher Anstieg nationaler und internationaler Forschungskooperationen (Lukkonen u.a. 1992; Jeong u.a. 2014).

Innerhalb der letzten Jahrzehnte rückte wissenschaftliches Wissen und seine Entstehung immer weiter ins Zentrum politischen Interesses, unabhängig davon, ob es sich um Grundlagenwissen oder angewandtes Wissen handelt. Es spielt auch keine Rolle, wo das Wissen produziert wurde, ob in Universitäten oder anderen Organisationen (Pestre 2003: 247). Aus diesem Grund ist es erforderlich die Orte der Produktion wissenschaftlichen Wissens zu identifizieren und herauszufinden, mit welchen Interessen seine Produktion erfolgte. Welche Fragen in dieser Arbeit beantwortet werden sollen, wird im folgenden Abschnitt erklärt.

1.2 Forschungsleitende Fragen

Die Fülle an Literatur zum Thema, besonders aus dem Forschungsfeld der Bibliometrie, suggeriert, dass wir eigentlich schon wissen, wie der Trend der Entwicklung der Publikationszahlen weltweit und auch in vielen etablierten und bereits lange bestehenden Hochschul- und Wissenschaftssystem aussehen müsste. Allerdings beziehen sich die vorliegenden Studien meist auf einen sehr begrenzten Zeitraum der neueren Entwicklungen seit den 1980er

Jahren. Meine Arbeit hingegen betrachtet die Entwicklung der Publikationszahlen über eine Zeitspanne von mehr als einem Jahrhundert, von 1900 bis 2010, also seit Beginn der Sammlung von Publikationen in Thomson Reuters *Web of Science* (heute: *Clarivate Analytics*) Zeitschriftendatenbank. Zur Analyse wird der *Science Scitation Index Expanded* herangezogen, der hauptsächlich Zeitschriften aus dem Bereich der Natur- und Technikwissenschaften sowie der Medizin enthält. Besonders wichtig ist mir, die zur Verfügung stehenden Daten mit dem multidisziplinären Kontext der Arbeit in Beziehung zu setzen, da Publikationsanalysen häufig als zentrale Aufgabe der Bibliometrie angesehen werden. Jedoch werden die von den Wissenschaftlern produzierten Kennzahlen, Indikatoren und Daten von anderen Akteuren wie Hochschulmanagern, Politikern oder aber auch anderen Forschern genutzt, um Aussagen über die Qualität der Wissenschaft zu treffen, sich miteinander zu vergleichen, oder aber um steuernd in die Organisation und Strukturen der Wissenschaft einzugreifen. Publikationszahlen spielen auch eine Rolle, wenn es um die Vergabe von Drittmitteln oder die Besetzung neuer Stellen und der Berufung von Professoren geht. Jedoch ist eine Interpretation der zur Verfügung stehenden Informationen nur mit hohem Sachverstand zu bewältigen. An diesem Punkt wird deutlich, dass Publikationsanalysen in einem breiteren Kontext betrachtet werden müssen. Sie berühren auch die Hochschul- und Wissenschaftsforschung als zentrale Disziplinen, die sich mit der Entwicklung der Hochschulbildung und den in ihr befindlichen Organisationen und Akteuren auseinandersetzen. Dennoch ist zu beobachten, dass es in den letzten Jahren zu einer Annäherung der Teilbereiche der Wissenschaft kam, zumindest in Deutschland (Kapitel 2). In dieser Arbeit wird auf eine Verzahnung von empirischen Daten mit theoretischen Konzepten geachtet. Es ist zwar spannend, allein die Entwicklung der Publikationszahlen oder die Zahl der nationalen und internationalen Forschungskooperationen zu betrachten und eine Auswertung der Wissenschaft produzierenden Organisationsformen vorzunehmen, jedoch schließt sich hier die Frage an, wie es zur beobachteten Entwicklung kam und mit Hilfe welcher Konzepte eine Kontextualisierung der Befunde vorgenommen werden kann, um den Anstieg der Publikationszahlen zu erklären.

Das vorliegende Buch bearbeitet ein Forschungsthema, dem sich mit unterschiedlichen Fragestellungen auf unterschiedlichen Ebenen, Dimensionen und Zeitpunkten genähert wird. In der Soziologie werden klassischerweise drei Analyseebenen voneinander unterschieden: Makro-,

Meso- und Mikroebene. Auf der Makroebene geht es um eine Beschreibung des weltweiten Trends wissenschaftlicher Produktivität im Zeitverlauf, aber auch um vergleichende Analysen ausgewählter europäischer Hochschul- und Wissenschaftssysteme: Belgien, Deutschland, Frankreich, Großbritannien und Luxemburg. Die Beschreibung des globalen Kontexts ist essentiell, um die Entwicklung des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems verstehen zu können. Hinzu kommt die zunehmende Internationalisierung der Forschung, einhergehend mit anwachsenden nationalen und internationalen Kooperationen seit den 1990er Jahren weltweit. Auf der Mesoebene werden die Organisationsformen und Einzelorganisationen untersucht, die hauptsächlich zur wissenschaftlichen Produktivität des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems beitragen. Hierbei handelt es sich um eine umfangreiche Einzelfallanalyse. Ein Vergleich mit anderen Ländern ist in dieser Arbeit auf der Mesoebene nicht vorgesehen. Die Mikroebene strebt eine Analyse des Publikationsoutputs einzelner Wissenschaftler an. Da persönliche Informationen, wie die Namen von Wissenschaftlern, zu Einzelpersonen für diese Arbeit nicht zur Verfügung stehen, muss auf eine Untersuchung dieser Analyseebene verzichtet werden. Zu beachten ist aber, dass die Publikationstätigkeit an sich, also das Schreiben eines Zeitschriftenartikels, nicht von einem Land oder einer Organisation durchgeführt werden kann, sondern die Ergebnisse dieser Arbeit immer in Zusammenhang mit dem in den Ländern oder Organisationen arbeitenden Wissenschaftlern gesehen werden müssen.

Die Dimensionen der Arbeit umfassen die folgenden drei Aspekte: Expansion, Vielfalt und Kooperation. Unter Expansion wird das exponentielle Wachstum der Wissenschaft verstanden, das erstens auf der Makroebene durch eine Analyse der weltweiten Publikationszahlen analysiert wird, zweitens einen europäischen Vergleich des Wachstums ausgewählter Länder vorsieht und drittens auf nationaler Ebene eine Auswertung der wissenschaftlichen Zeitschriftenartikel in Deutschland unter Berücksichtigung einer detaillierten Analyse der Entwicklungen in der Bundesrepublik Deutschland und der Deutschen Demokratischen Republik nach Abschluss des Zweiten Weltkrieges und bis zur Wiedervereinigung vorsieht. Viertens wird zu zeigen sein, dass es auch im Zuge der Globalisierung der Wissenschaft zu einer Expansion der Kooperationen einzelner Hochschul- und Wissenschaftssysteme kam, wenn auch in unterschiedlichem Ausmaß. Vielfalt wird in dieser Arbeit ausschließlich auf der Mesoebene untersucht. Unter ihr wird die Entwicklung der an der Produktion wissenschaftlichen Wissens

beteiligten Organisationsformen in Deutschland verstanden. Kooperationen können wiederum nicht auf der Mesoebene analysiert werden, da keine Daten zu den Organisationsformen in unterschiedlichen Ländern vorliegen und eine Auswertung der Kooperationen mit deutscher Beteiligung den Rahmen dieser Arbeit gesprengt hätte. Somit beschränke ich mich auf eine Bearbeitung der Entwicklung nationaler und internationaler Kooperationen im Vergleich mit ausgewählten Hochschul- und Wissenschaftssystemen. Hierzu zählen Belgien, China, Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Japan, Luxemburg und die USA.

Der zeitliche Rahmen meiner Analyse umfasst die Jahre 1900 bis 2010. Die Auswertung der Daten wurde in den meisten Fällen in 5- bis 10-Jahres-Schritten durchgeführt. Absolute Publikationszahlen wurden für alle Länder in 5-Jahres-Schritten ermittelt. Die Nutzung der Rohdaten ermöglicht diese feine Abstufung. Aufgrund des hohen Kodieraufwands zur Aufbereitung der Daten für die Analysen auf der Mesoebene (Kapitel 6), kann die Auswertung des Publikationsoutputs der Organisationsformen in Deutschland in dieser Arbeit lediglich in Abständen von 10 Jahren erfolgen. Das gleiche gilt für die Untersuchung der nationalen und internationalen Kooperationen im Vergleich.

Aus der Verzahnung unterschiedlicher Analyseebenen, Dimensionen und des Zeitrahmens wurde der empirische Teil der Arbeit in drei Kapitel unterteilt, die sich unterschiedlichen Fragestellungen widmen, aber mit der übergeordneten und leitenden Forschungsfrage dieser Arbeit verbunden sind:

Welche Organisationsformen produzieren Wissenschaft?

Bevor mit der eigentlichen detaillierten historischen und institutionellen Analyse des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems und der wissenschaftlichen Produktivität in Deutschland begonnen werden kann, erfolgt die Einbettung der Fallstudie in den weltweiten und europäischen Kontext. Folgende Fragen strukturieren das Kapitel:

1. Wie hat sich die wissenschaftliche Produktivität weltweit und im europäischen Vergleich zwischen 1900 und 2010 entwickelt?

Als überleitende Frage vom globalen und europäischen Kontext und als Hinführung zur Untersuchung Deutschlands wird die Frage aufgeworfen:

2. Wie war/ist das deutsche Hochschul- und Wissenschaftssystem in die globalen Entwicklungen der Hochschulbildung und Wissenschaft im Zeitverlauf eingebettet?

Das zweite empirische Kapitel bildet das Herzstück dieser Dissertation und widmet sich der Erörterung der Frage, welche Organisationsformen in Deutschland im Zeitraum von 1900 bis 2010 Wissenschaft produziert haben. Vier Forschungsfragen sollen beantwortet werden:

3. Wie hat sich die wissenschaftliche Produktivität in Deutschland zwischen 1900 und 2010 entwickelt?
4. Unter allen Wissenschaft produzierenden Organisationsformen, was tragen die »klassischen« Formen zur wissenschaftlichen Produktivität bei?
5. Welche Organisationsformen stellen die besten Bedingungen für wissenschaftliche Produktivität bereit?
6. Welche Einzelorganisationen gehören zu den forschungsstärksten in Deutschland?

Im dritten und letzten empirischen Kapitel werden nationale und internationale Kooperationen durch eine Analyse von Ko-Autorenschaften im internationalen Vergleich anhand folgender Fragestellung untersucht:

7. Welchen Einfluss hat die zunehmende Internationalisierung der Forschung auf nationale und internationale Kooperationen in Form von Publikationen in Zeitschriftenartikeln?

Nach Vorstellung der Forschungsfragen dieser Arbeit wird im nächsten Abschnitt eine Begriffsdefinition vorgenommen, um zu klären, was unter wissenschaftlicher Produktivität verstanden wird und wie diese in Zusammenhang mit dem in der Wissenschaft vorherrschenden Konzept des *peer review* steht.

1.3 Publikationen in Zeitschriften als zentrales Kennzeichen wissenschaftlicher Produktivität

Nichts als Gutachten im Kopf (Spiewak 2016) titelte die deutsche Wochenzeitung »Die Zeit« am 28. Juli 2016. »Wer forscht, muss in Fachzeitschriften publizieren. Aber nicht ohne Kontrolle durch Kollegen.« Mit dieser Aussage charakterisiert der Autor des Artikels einen zentralen Punkt der Wissen-

schaft. Bereits seit längerem wird darüber diskutiert, wie und in welchen Formaten neues Wissen kommuniziert und publiziert werden soll (zum Vergleich der deutschen Chemie und Soziologie siehe Volkmann u.a. 2014). Hierbei gehen die Meinungen zwischen den Disziplinen stark auseinander. Besonders die Geistes- und Sozialwissenschaften unterscheiden sich von den Natur- und Technikwissenschaften und der Medizin. Erstere verfassen häufig Monografien und veröffentlichen Beiträge in Sammelbänden, letztere melden Erfindungen zum Patent an oder haben die Veröffentlichung von Artikeln in hochklassigen wissenschaftlichen Zeitschriften bereits zum *gold standard* (Altbach 2016: 8) erklärt. Gemeinsam haben sie alle, dass Zeitschriftenpublikationen einen immer höheren Stellenwert einnehmen, jedoch reichen die Anfänge wissenschaftlicher Kommunikation in Form wissenschaftlicher und technischer Journale bis ins 17. Jahrhundert zurück (Kronick 1962). Ohne Publikationen, egal in welcher Form, gäbe es keinen Wissensfortschritt. Durch die Veröffentlichung prüft die wissenschaftliche Gemeinschaft anhand der Kritrien des eigenen Fachs, was als Wissen gelten kann. Sie bilden die Grundlage für die Zuweisung von Reputation und heben die Bedeutung von Forschungsthemen hervor (BBAW 2015: 11). Publikationen dienen aber nicht mehr nur dazu, generiertes Wissen zu verbreiten. Auch andere Akteure, wie Regierungen und Geldgeber, haben ein Interesse an der Publikation von Forschungsergebnissen, besonders wenn es sich um öffentlich finanzierte Forschung handelt. Es geht aber nicht ausschließlich um Geld, sondern auch um die Legitimierung des Beitrags der Forschung für die Gesellschaft oder ein Interesse an der Evaluierung wissenschaftlicher Performanz von Organisationen oder einzelner Wissenschaftler. Die Entscheidung für ein bestimmtes Publikationsformat wird von miteinander in Beziehung stehenden Motiven beeinflusst: Neben die Distribution von Wissen treten der Anspruch der Sicherung des Wissens als geistiges Eigentum, der Erhalt von Anerkennung durch die wissenschaftliche Gemeinschaft für die geleistete Arbeit, aber auch Anforderungen der Mittelgeber oder der Organisation, an der die Wissenschaftler beschäftigt sind. Hinzu kommt der Gebrauch der Messung von Publikationszahlen als Indikator für die Qualität der Forschungsarbeit oder ihres Einflusses (Research Information Network 2009: 2). Publiziert wird aber nicht einfach in irgendeiner Zeitschrift, sondern vorzugsweise in Journalen, die einen hohem Impactfaktor aufweisen und eine Begutachtung der Beiträge durch Fachkollegen durchführen.

Die Beurteilung wissenschaftlicher Leistung wird heute also nicht mehr in Frage gestellt, sie ist zu einer Selbstverständlichkeit geworden. Es geht

vielmehr um die Frage, wie am besten vorgegangen werden sollte. Verschiedene Formen qualitativer Expertenbeurteilungen stehen einer Vielzahl quantitativer Indikatoren gegenüber, die Gegenpole im breiten Spektrum möglicher Verfahren der Qualitätsbewertung bilden (Hornbostel 2000: 19). Da in dieser Arbeit die Vermessung der Produktion wissenschaftlichen Wissens in Form von Zeitschriftenartikeln im Zentrum des Interesses steht, wird auf die qualitativen Formen der Bewertung wissenschaftlicher Leistungen nicht eingegangen.

»Unter Wissenschaftsindikatoren kann man zunächst einmal alle quantifizierenden Verfahren verstehen, die Voraussetzungen, Prozesse oder Ergebnisse des Wissenschaftshandelns in einem numerischen Relativ abbilden.« (Hornbostel 1997: 180)

Die Unschärfe und Vagheit des Begriffs erzwingt eine nähere Erläuterung: Indikatoren beziehen sich nicht auf Kennzahlen, die als reine Quantität vorgefunden werden können (beispielsweise Anzahl des wissenschaftlichen Personals), sie beziehen sich auf ein Konzept, zum Beispiel Leistung oder Qualität. In diesem Punkt gleichen Wissenschaftsindikatoren anderen Indikatoren, wie etwa ökonomischen. Sie kommen in zwei sehr unterschiedlichen Kontexten zur Anwendung. Im akademischen werden sie als analytische Werkezuge verwendet, im politischen stellen sie steuerungsrelevante Informationen bereit und bilden die Argumentationsgrundlage zur Durchsetzung politischer Interessen. Es handelt sich also nicht um eine neutrale Realitätsbeschreibung, sondern um eine auf ein bestimmtes Ziel hin ausgerichtete Selektion von Daten (Hornbostel 1997: 181). Somit ist die Entscheidung darüber, welche Indikatoren zum Einsatz kommen, weniger eine Frage ihrer Reliabilität oder Validität, sondern vielmehr eine Frage der wissenschaftspolitischen Interessen der involvierten Akteure.

Wissenschaftsindikatoren können nicht besser sein als die Einschätzungen der Wissenschaftler selbst, aber sie können eine unüberschaubare Menge an Informationen sichtbar machen, die von einer einzelnen Person nicht mehr überblickt werden kann. Sie sind ein »Spiegel der Beurteilungspraxis der Wissenschaftler.« (Hornbostel 2000: 20) Zudem sind die Indikatoren teilweise so aufwendig konstruiert, dass die zur Verfügung stehenden Daten nur mit Hilfe sachkundiger Experten innerhalb einer Disziplin interpretiert werden können.

Stefan Hornbostel (1997) unterscheidet Wissenschaftsindikatoren, die direkt oder indirekt auf einem Peer-Review-Prozess beruhen und Wissenschaftsindikatoren, die versuchen das Peer-Review-Verfahren weitestgehend auszuschalten. Ehrungen und Wissenschaftspreise machen herausra-

gende Leistungen besonders sichtbar und werden von der wissenschaftlichen Gemeinschaft »ohne äußere Veranlassung mit der expliziten Absicht der Bewertung von Forschungsqualität« (Weingart/Winterhager 1984: 157) vergeben. Drittmitteleinwerbungen werden als Leistungsindikator betrachtet, da deren Bewilligung an bestimmte Voraussetzungen gebunden ist und je nach Drittmittelgeber ein mehr oder weniger umfangreicher Begutachtungsprozess durch Experten vorausgeht (Hartmann/Neidhardt 1990).

Zu den messbaren Objekten, in denen sich wissenschaftliche Leistung materialisiert, gehören die in dieser Arbeit zu untersuchenden Publikationsanalysen (Hornbostel 1997: 237ff.), aber auch Zitationsanalysen und Strukturindikatoren als Leistungsindikatoren. Publikationen werden als Produkte des wissenschaftlichen Produktionsprozesses angesehen. In ihnen wird die immaterielle Forschungsanstrengung des Wissenschaftlers verschriftlicht und den Lesern der Zeitschriften zugänglich gemacht.

1.3.1 Begriffsdefinition

Das Problem der Nutzung von Publikationen als Indikator zur Vermessung wissenschaftlicher Produktivität liegt allerdings darin, dass Veröffentlichungen nicht als reine Wertgrößen betrachtet werden dürfen, da nicht nur die Publikation an sich entscheidend ist, sondern auch ihr Inhalt. Es entsteht die Frage nach der Vergleichbarkeit einzelner Beiträge hinsichtlich ihrer wissenschaftlichen Bedeutung (Hornbostel 1997: 238f.). Durch das Fehlen einer qualitativen Analyse des Inhalts der hier untersuchten Zeitschriftenbeiträge können in dieser Arbeit keine Aussagen über die Qualität der Forschungsleistung eines einzelnen Wissenschaftlers, einer Organisation, ausgewählter Organisationsformen oder eines Landes getroffen werden. Ziel dieser Arbeit ist die quantitative Vermessung der wissenschaftlichen Produktivität des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems, eingebettet in den globalen und europäischen Kontext sowie seine historische und institutionelle Entwicklung.

Produktivität, ein eigentlich aus der Ökonomie kommender Begriff, bezeichnet in seiner einfachsten Form das Verhältnis zwischen Input und Output. In dieser Arbeit wird unter Output die Anzahl der Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften verstanden. Als Inputfaktoren gelten beispielsweise die Investitionen in Forschung und Entwicklung (FuE) oder die im Wissenschaftssystem beschäftigten Personen (Abschnitt 7.2.2). Allerdings umfasst wissenschaftliche Produktivität weit mehr als die Publikation

von Zeitschriftenartikeln. In ihrem Aufsatz *The Scientific Productivity of Nations* haben sich Stephen Cole und Thomas J. Phelan (1999) dem Begriff angenähert. Sie beschreiben drei wichtige Aspekte wissenschaftlichen Wissens, die beforscht werden:

1. Sein kognitiver Inhalt, um zu verstehen wie soziale Prozesse den Inhalt der Wissenschaft beeinflussen (Cole 1992; Knorr-Cetina 1981),
2. wissenschaftliche Aufmerksamkeit zur Analyse, welche sozialen Variablen die Themenwahl der Wissenschaftler beeinflussen (Merton 1938b) und
3. wissenschaftlicher Fortschritt, um zu verstehen, wie soziale, kulturelle und ökonomische Variablen die Produktion neuen Wissens beeinflussen.

Zudem geben die Autoren an, dass in den letzten Jahren wenig vergleichende Studien zum Wachstum wissenschaftlicher Produktivität erschienen sind (Cole/Phelan 1999: 1). Dies kann in Hinblick auf die Aufarbeitung des aktuellen Stands der Forschung (Kapitel 3) aus heutiger Sicht nicht bestätigt werden.

Obwohl die Anzahl der in wissenschaftlichen Fachzeitschriften veröffentlichten Artikel ein zentraler Aspekt der Beschreibung wissenschaftlicher Produktivität ist, umfasst der Begriff weit mehr Aspekte, die in dieser Arbeit aber nicht von Interesse sind. Hierzu gehören die Einwerbung von Drittmitteln zur Durchführung von Forschungsprojekten. Allerdings ist die Höhe der eingeworbenen Drittmittel eine nur schwer zu vergleichende Zahl, da Hochschul- und Wissenschaftssysteme in verschiedenen Ländern eine unterschiedliche Förderpolitik verfolgen und sich die Wichtigkeit der Einwerbung von zusätzlichen Forschungsgeldern zwischen den Fächern unterscheidet. Die Vergabe von Wissenschaftspreisen – für herausragende Abschlussarbeiten, besonders gute Publikationen oder bahnbrechende Erkenntnisse in der Forschung – können auch in die Bewertung der wissenschaftlichen Produktivität eines Forschers mit einfließen. Allerdings sind diese Preise und Auszeichnungen so rar, dass eine vernünftige Auswertung der zur Verfügung stehenden Daten nicht durchgeführt werden kann. Sie werden auch nur an die besten Vertreter eines Fachs vergeben und selbst im Fächerspektrum der Naturwissenschaften und Medizin wird der Nobelpreis nur in der Chemie, Physik und Medizin verliehen. Publikationen hingegen werden von allen Wissenschaftlern über alle Fächergruppen hinweg im Verlauf ihrer Karriere angefertigt und publiziert. Hinzuziehen kann man auch den Grad der Internationalität der Forschung, das heißt, ob und in

welchem Maße mit anderen Wissenschaftlern aus dem Ausland kooperiert wird, beispielsweise in Form von gemeinsam durchgeführten Forschungsprojekten. Nur ist dieser Zusammenhang schwer messbar. Gezählt werden könnten die Anzahl der Forschungsprojekte mit ausländischer Beteiligung oder aber der Publikationen, die in Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern aus dem Ausland veröffentlicht werden. Patente bilden in den Natur- und Technikwissenschaften einen weiteren wichtigen Baustein wissenschaftlicher Produktivität. Sie sind wie Publikationen zunächst quantitativ messbar, aber die Vergabe von Patenten ist an bestimmte Regeln geknüpft, die sich in einzelnen Ländern voneinander unterscheiden (Abschnitt 7.1.3). Zudem gilt innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft, dass die Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung grundsätzlich allen Mitgliedern zugänglich sein sollen. Hieraus resultiert die Pflicht zur Veröffentlichung. Dieses Ethos der Wissenschaft steht im Gegensatz zur Definition von Privatbesitz in kapitalistischen Gesellschaften. Patente proklamieren exklusive Nutzungsrechte. Das durch sie geschützte Wissens steht der Allgemeinheit somit nicht zur Verfügung. Deshalb werden Patente in dieser Arbeit nicht untersucht. Eine qualitative Befragung von Wissenschaftlern könnte Aufschluss darüber geben, was sie selbst unter wissenschaftlicher Produktivität verstehen und welche (weiteren) Kennzeichen sie zur vollständigen Abbildung ihrer Produktivität hinzufügen würden.

Da in einer wissenschaftlichen Qualifizierungsarbeit zwangsläufig Einschränkungen des Beobachtungsgegenstands vorgenommen werden müssen, habe ich mich dazu entschieden, mich auf die Untersuchung wissenschaftlicher Zeitschriftenartikel, die ein Peer-Review-Verfahren durchlaufen haben, zu konzentrieren. Durch ihre Quantifizierbarkeit sind Publikationszahlen eine geeignete und vor allem vergleichbare Kennzahl, die einen Anhaltspunkt zur Beschreibung der wissenschaftlichen Produktivität eines Landes, einer Organisation oder eines Wissenschaftlers gibt. Die Zentralität der Publikation von Zeitschriftenartikeln als Gradmesser für Reputation und wissenschaftliche Leistung wurde bereits herausgestellt. Zudem beschränken sich die Aussagen zu den Ergebnissen meiner Arbeit ausschließlich auf das Fächerspektrum der Mathematik, Ingenieur-, Natur-, und Technikwissenschaften sowie der Medizin (im Folgenden angelehnt an die englische Abkürzung STEM *»Science, Technology, Engineering and Mathematics plus Medicine«* als STEM+ bezeichnet). Im Kapitel zum Forschungsdesign und Methoden (Kapitel 6) wird die Auswahl der Daten ausführlich besprochen und begründet, warum eine Einschränkung auf Fächerebene

notwendig ist. Der Untersuchungszeitraum beschränkt sich auf die Jahre 1900 bis 2010.

Wenn in dieser Arbeit von wissenschaftlicher Produktivität gesprochen wird, dann sind ausschließlich Publikationen in wissenschaftlichen *peer reviewed* Zeitschriften in den STEM+-Fächern im Zeitraum von 1900 bis 2010 gemeint.

1.3.2 Der Peer-Review-Prozess

In vorangegangenen Abschnitten wurden bereits das Thema dieser Arbeit sowie seine Relevanz für weiterführende Forschung dargelegt. Unter wissenschaftlicher Produktivität wird zwar mehr subsummiert als die Publikation von Artikeln in wissenschaftlichen Zeitschriften, aber dennoch bilden sie einen festen Bestandteil wissenschaftlicher Produktivität und sind allgegenwärtig. Die Datengrundlage und im Folgenden zu untersuchenden Zeitschriftenbeiträge wurden aus dem *Science Citation Index Expanded* von Thomson Reuters *Web of Science* gewonnen. Hierbei handelt es sich um eine Zeitschriftendatenbank, die die wichtigsten Journale einer bestimmten Fächergruppe enthält, die einem Peer-Review-Verfahren unterliegen.[3] Um die Wichtigkeit dieser Zeitschriften für die Wissenschaft und Generierung wissenschaftlichen Wissens herauszustellen widmet sich der nächste Abschnitt einer Beschreibung des Verfahrens.

Bereits Robert K. Merton hat in den 1970er Jahren einen Komplex an Werten und Normen der Wissenschaft beschrieben, die von den Forschern als bindend betrachtet werden (Merton 1973b [1942]; Abschnitt 2.3). Sie bilden die Basis für kontinuierlich ablaufende Bewertungsprozesse (Hornbostel 1997: 86). Um das Ziel der Erweiterung wissenschaftlichen Wissens zu erreichen hat die Wissenschaft ein komplexes Belohnungssystem hervorgebracht. Ausgezahlt wird die Belohnung in Form von Anerkennung durch Fachkollegen, beispielsweise durch die Zitation von bereits publizierten Forschungsergebnissen in der eigenen Arbeit. Die Zuteilung von Belohnung führt direkt oder indirekt zur Akkumulation von Vorteilen. Somit wird die Klassenstruktur der Wissenschaft beeinflusst, indem die Chancen zur Erlangung von Reputation ungleich verteilt sind (Hornbostel 1997: 86f.). Mit seiner Konzeption des wissenschaftlichen Feldes (Barlösius 2012) hat Pierre Bourdieu (1998) wissenschaftliches Ansehen als Kombination unterschied-

3 Eine genaue Beschreibung der Daten und ihrer Spezifika folgt in Kapitel 6.

licher Kapitalformen herausgearbeitet. Das Feld ist Ort der Entstehung wissenschaftlichen Kapitals, wobei zwischen zwei Sorten, dem reinen wissenschaftlichen Kapital und dem institutionalisierten wissenschaftlichen Kapital unterschieden wird. Im Rahmen dieser Arbeit ist aber nur ersteres von Interesse, da es als eine Art symbolischen Kapitals (Reputation, Prestige, Wertschätzung) untrennbar mit Anerkennung und Glaubwürdigkeit verknüpft ist (Bourdieu 1998: 31ff.). Es wird angehäuft durch Beiträge zum wissenschaftlichen Fortschritt durch die Veröffentlichung von Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften oder durch die Anmeldung von Patenten. Die Messung des wissenschaftlichen Ansehens einer Person ist selbst Gegenstand von Kämpfen im Feld, dennoch zählt Bourdieu Publikationen, Zitationen und Rezensionen zu dieser Kapitalsorte (Bourdieu 1998: 31; siehe auch Hornbostel 2007: 71).

Die Begutachtung wissenschaftlicher Zeitschriftenartikel gilt als rein akademische Tätigkeit, die nur von den Wissenschaftlern selbst vorgenommen werden kann. Beim *peer review* stützt sich die Bewertung einzig auf wissenschaftliche Argumente. Die Wissenschaftler selbst definieren, was exzellente Wissenschaft ist. Hierdurch bringen sie sich aber in eine Konkurrenzsituation um begrenzte Mittel (hier: die Möglichkeit der Publikation ihrer Ergebnisse in anerkannten Zeitschriften) (Bourdieu 1988).

Der Ursprung der Bewertung wissenschaftlichen Wissens

Die Bewertung wissenschaftlichen Wissens ist kein neues Phänomen, sondern eine sehr alte soziale Praxis. Bereits im 16. Jahrhundert wurde über die Frage diskutiert, wer über die Richtigkeit von Wissensansprüchen entscheiden darf (Hornbostel 2016: 244). *Peer review* wurde zur Prüfung wissenschaftlicher Erkenntnisansprüche und als Legitimationsbasis für die Befreiung von staatlicher Zensur eingesetzt. Seine Wurzeln reichen aber zurück bis in die Zeit der Inquisition. Hiermit ist ausdrücklich nicht die Ketzerinquisition gemeint, sondern die auf die Lehre gerichtete Kontrolle des immer schneller wachsenden Buchmarktes. Zu dieser Zeit lag das alleinige Recht zur Entscheidung über die Richtigkeit wissenschaftlichen Wissens bei der katholischen Kirche. Sie entschied darüber, welche Schriften verboten wurden und welche nicht (Hornbostel 2000: 18). Allerdings fiel der »Index« bereits im 18. Jahrhundert seiner eigenen Ineffizienz und fehlenden bibliografischen Standards zum Opfer. Heute hat sich die Wissenschaft aber weitestgehend von den ihr früher übergeordneten Autoritäten befreit und handelt

nach eigenen Standards (Polanyi 1962: 54ff.), die innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft ausgehandelt und fortlaufend diskutiert werden. In Europa haben sich Evaluationen in den 1980er Jahren in fast alle gesellschaftlichen Teilbereiche ausgebreitet. Hierzu beigetragen haben unter anderem die Einführung neuer Steuerungsmodelle, die unter dem Begriff des *New Public Management* zusammengefasst werden (Hornbostel 2016: 244). Eine Beschreibung und Analyse dieses Phänomens wurde von Michael Power (1999) in seinem bekannten Buch *The Audit Society* durchgeführt.

»Der Verlust der kirchlichen Autorität in wissenschaftlichen Fragen hatte zur Folge, dass Wissenschaftler zunehmend selbst darüber entschieden, was gut und wichtig ist.« (Hornbostel 2000: 18)

Wissenschaftler können ihre eigenen Arbeiten nicht selbst bewerten, wohl aber die Arbeit der Kollegen kritisch und unvoreingenommen hinterfragen. Somit wurde die Qualitätsbewertung zu einem wichtigen Element der Selbstorganisation der Wissenschaft (Hornbostel 2000: 18). In den 1990er Jahren überrollte eine wahre Flut an Evaluationen unterschiedlichster Art die Wissenschaft. Sie wurde zur »Allzweckwaffe«, um wissenschaftliche Qualität durch externe Expertinnen und Experten zu kontrollieren (Matthies u.a. 2007: 332; Frey 2007: 125). Durch die Vielfältigkeit des Anwendungsspektrums ist eine Definition des Begriffs unerlässlich.

Peer review: Eine Begriffsdefinition

Unter *peer review* wird sowohl ein Verfahren zur Bewertung einzelner Forschungsleistungen als auch die Evaluation wissenschaftlicher Einrichtungen (siehe hierzu ausführlich Lamont 2009) verstanden. In dieser Arbeit geht es um die Bewertung von Forschungsleistungen, die in Form von Artikeln bei wissenschaftlichen Zeitschriften zur Begutachtung eingereicht werden. Es handelt sich, wie auch bei der Bewertung wissenschaftlicher Einrichtungen, um ein mehrstufiges Verfahren, um die möglichst große Anerkennung der Ergebnisse zu sichern (Barlösius 2006; 2007; Hornbostel 1997). Gegenstandsbereiche und Urteilskriterien des Peer-Review-Verfahrens mit denen die Kompetenz der Gutachter sichergestellt werden soll, sind nicht genau definiert. Es gilt als »Herzstück einer autonom selbstverwalteten Wissenschaft« (Hornbostel/Simon 2006: 5), das, selbstgesteuert, gute von schlechter Forschung unterscheidet. Es repräsentiert das Ideal wissenschaftlicher Selbstbestimmung.

Bisher gibt es keine ernst zu nehmende Alternative zur Begutachtung durch Fachkollegen um die Qualität wissenschaftlicher Ideen zu sichern (Neidhardt 2016: 264). Keine andere Gruppe verfügt über den gleichen wissenschaftlichen Sachverstand – nur die Wissenschaftler selbst können diese Aufgabe erfüllen.

Die Annahme, dass feste Ansichten darüber bestehen, was gute Wissenschaft ist, zeigt deutlich, dass eine Grenzziehung gegenüber anderen Feldern vollzogen und nur wissenschaftsinterne Kriterien zur Bewertung akzeptiert werden. Bei den Praktiken wissenschaftlicher Begutachtung handelt es sich um Fähigkeiten und Kenntnisse mit wissenschaftsspezifischem Charakter, die personengebunden sind. Somit sind sie den Forschern selbst und ihrem Habitus zuzurechnen. Die Erkenntnis, dass die Bewertung wissenschaftlicher Qualität auf Routine zurückgreift entspricht nicht dem Selbstverständnis der Wissenschaft. Die Existenz von Routinen im Feld der Wissenschaft wird erst begreiflich, wenn wir davon ausgehen, dass sich in diesem Feld ein feldspezifischer Habitus befindet.

> »Für den wissenschaftlichen wie für jeden anderen Habitus ist typisch, dass die Praktiken gewissen Regeln und Vorschriften folgen, ohne dass ihnen jeweils eine bewusste Entscheidung und Orientierung zugrunde läge.« (Barlösius 2007: 253)

Wissenschaftler haben in ihrer Sozialisation im wissenschaftlichen Feld gelernt, den wissenschaftlichen Habitus bei anderen zu erkennen und ihn selbst zu praktizieren. Auf dieser Fähigkeit gründet das spezifische symbolische Kapital der Wissenschaft. Die Regeln gelten sowohl für die Produktion als auch für die Bewertung wissenschaftlicher Leistung. Wissenschaftlern, die sich im Feld bereits bewährt haben, wird zuerkannt, dass sie diese Regeln stillschweigend beherrschen und sie dazu legitimiert sind, andere zu bewerten. Dies schützt die Wissenschaft vor der Übernahme durch Dritte und erhält die Autonomie des Feldes (Barlösius 2007: 252).

Die »Gatekeeper«

Gutachter, die Bewertungen von Zeitschriftenartikeln vornehmen, können als »Schlüsselfiguren« (Neidhardt 1988), *Gatekeeper* oder *Guardians of Science* (Bornmann/Daniel 2003; Daniel 1993) bezeichnet werden. Sie gelten als

Garanten für gute Wissenschaft (Merton 1985: 211) und fällen Urteile[4] über die Qualität der Arbeit anderer Mitglieder der wissenschaftlichen Gemeinschaft. Außerdem kontrollieren sie die Zugänge zu Drittmitteln, Ämtern und Publikationsorganen (beispielsweise Zeitschriften) im Wissenschaftsbetrieb (Hornbostel 2007), indem sie über die Annahme oder Ablehnung eines Artikels entscheiden. Sie kontrollieren somit den Zugang zu den Publikationsorganen (Lamont 2009). Welche Voraussetzungen eine Person erfüllen muss, um als Gutachter ausgewählt zu werden, ist nicht abschließend definiert. Sie müssen keine spezielle Schulung durchlaufen, »um eine gemeinsame und zudem reflektierte Vorstellung wissenschaftlicher Qualität zu entwickeln oder sich Befragungs- und Begutachtungsmethoden systematisch anzueignen.« (Barlösius 2006: 390)

Kritik am Peer-Review-Verfahren

Aus der Beschreibung des *peer review* lässt sich ableiten, dass es sich um eine höchst komplexe soziale Praxis handelt, die zwar von den Forschenden innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft beherrscht, aber zeitgleich kritisch hinterfragt wird. Es ist zu vermuten, dass es durch die multiplen Zielsetzungen von Evaluationen qualitativer und quantitativer Natur zu einer ungewollten Anpassung der Wissenschaftler an die Vorgaben des Verfahrens kommt. Im Kern geht es um die Frage, ob die Suche nach neuem Wissen immer noch handlungsleitend ist, oder ob die Forschenden sich Themen zuwenden, von denen sie glauben, am ehesten eine positive Evaluation zu erzielen (Frey 2007: 127ff.). In Bezug auf das Verfassen wissenschaftlicher Zeitschriftenbeiträge könnte es zu einer Verengung der Themenwahl, der genutzten theoretischen Ansätze und Methoden kommen, die bereits Eingang in die Literatur gefunden haben und als allgemein akzeptiert gelten. Innovative Forschung abseits des »Mainstream« kann nur schwer in hochklassigen Zeitschriften publiziert werden. Peter Weingart (2005: 81) spricht von einer »moderne[n] Form der Selbstgeißelung.« Um die eben gemachten Aussagen zu überprüfen müsste allerdings weitere Forschung betrieben

4 Den Gutachterinnen und Gutachtern wird »Urteilsgewissheit« (Barlösius 2007: 249) zuerkannt, die sich durch Abwesenheit von Bedenken seitens der Mitglieder der wissenschaftlichen Gemeinschaft auszeichnet. Urteilsgewissheit zeichnet sich dadurch aus, dass bestimmte Meinungen darüber existieren, mit welchen Eigenschaften die zu begutachtende Person, Einrichtung oder Publikation ausgestattet sein muss, um »gute Wissenschaft« zu betreiben (Barlösius 2007: 252).

werden, für die in dieser Arbeit kein Platz ist. Durch die zunehmende Publikationstätigkeit von Wissenschaftlern in Zeitschriften (Kapitel 7, 9 und 10) kommt es zu einer deutlichen Mehrbelastung der Gutachter. Die Wahrscheinlichkeit, dass die Qualität der Gutachten sinkt, steigt und die zunehmende Zahl an Evaluationen, Akkreditierungen und Artikelbegutachtungen führt zu einer Verknappung der zur Verfügung stehenden kompetenten Peers (Neidhardt 2006; Hornbostel/Simon 2006; Hornbostel 2016).

Die vorangegangene Diskussion um die Relevanz und Aktualität des Themas und der in ihr zu besprechenden Fragestellungen und der Vorstellung des Peer-Review-Verfahrens impliziert die Neugier, wie wir Wissenschaftler von einer ersten Forschungsidee zur Präsentation unserer Ergebnisse gelangen und daraus resultierend: Warum publizieren wir?

1.4 Getting into Print: Von der Forschungsidee zum fertigen Artikel

Obwohl das Niederschreiben der Dissertationsschrift in Form einer Monografie Ziel dieser Arbeit ist, gehört auch das Verfassen von wissenschaftlichen Zeitschriftenartikeln zum zu erlernenden Handwerkszeug einer Nachwuchswissenschaftlerin. Meist fällt mit Beginn der Qualifizierungsarbeit der Startschuss zur ersten eigenständigen Forschungsarbeit, die in diesem Fall im Rahmen eines Forschungsprojekts in internationaler Zusammenarbeit mit Kollegen verfasst wurde und idealerweise in der Publikation der Dissertation mündet. Wissenschaftliche Arbeit erfolgt nicht immer gradlinig, sondern schrittweise. Vor Beginn der eigentlichen Forschungsarbeit machen wir uns auf die Suche nach einem spannenden Thema. Dies kann zunächst eine simple Idee oder eine weitergedachte Frage sein, die beim gemeinsamen Kaffeetrinken mit Kollegen im Rahmen einer wissenschaftlichen Konferenz diskutiert wurde. Oft ist nicht klar, welche Aspekte eines größeren Zusammenhangs interessant, oder dem Wissenschaftler überhaupt zugänglich sind. Gibt es bereits Forschung zum Gegenstand? Welches Material oder welche Daten stehen zur Auswertung zur Verfügung, oder müssen erst noch generiert werden? Um eine Forschungsidee in eine oder mehrere Forschungsfragen und ein in sich schlüssiges Konzept zu überführen, wird zunächst eine grobe Projektskizze angefertigt. Diese dient häufig als Vorlage um eine Projektidee zur Finanzierung bei einer For-

schungsförderorganisation, in Deutschland beispielsweise bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), einzureichen. Die DFG entscheidet dann über den Antrag und stellt bei erfolgreicher Evaluierung Geldmittel zur Durchführung des Projekts bereit. Sind erste Fragen formuliert, kann der nächste Schritt zur Beantwortung erfolgen. Die bereits vorhandene Literatur wird in Bibliotheken und Archiven gesichtet und sortiert, erste Materialien werden gesammelt – auch ich habe bereits während meines Studiums und noch intensiver während meiner Dissertationszeit zahllose Zeitschriftenartikel gelesen und als Grundlage für meine Arbeit als Quelle genutzt:

> »When you stand in the reading room of a library, you see around you centuries of research, the work of tens of thousands of researchers who have thought hard about countless questions and problems, gathered information, devised answers and solutions, and then shared them with others.« (Booth u.a. 1995: 6)

Um unsere eigene Forschungsarbeit voranzutreiben, stützen wir uns also auf die Arbeit anderer, die ihre Forschungsergebnisse dokumentiert und in Form von Monografien, Sammelbänden oder wissenschaftlichen Zeitschriftenartikeln publiziert haben. Wichtig ist auch, dass wir uns auf die vorangegangenen Arbeiten »verlassen« können. Wir müssen darauf vertrauen, dass unsere Kollegen ihre Forschung gewissenhaft durchgeführt und sorgfältig dokumentiert haben. Hierzu hat die wissenschaftliche Gemeinschaft das oben beschriebene Peer-Review-Verfahren zur Sicherung wissenschaftlicher Qualität eingerichtet. Ein in einer wissenschaftlichen Zeitschrift veröffentlichter Zeitschriftenartikel, der den Peer-Review-Prozess durchlaufen hat, dient somit als gute Basis für die eigene Forschung. Wir schreiben jedoch nicht nur, um unsere Forschungsergebnisse festzuhalten. Die Arbeit dient am Anfang des Projekts der Sicherung gewonnener Informationen in loser Form und hilft uns, Zusammenhänge besser zu verstehen und erste Ergebnisse in Beziehung zueinander zu setzen. Dies geschieht oft formlos. Die Formulierung eines Zeitschriftenartikels, der gewissen Normen und Regeln genügen muss, erfolgt meist nach Abschluss der Forschungsarbeit. Nach dieser meist mehrere Jahre umfassenden anstrengenden Phase sollen die gewonnenen Erkenntnisse dokumentiert und anderen Interessierten zugänglich gemacht werden. Als Standardverfahren hat sich besonders in den Natur- und Technikwissenschaften sowie der Medizin der wissenschaftliche Zeitschriftenartikel herausgebildet. Er gilt als wichtigstes Publikationsformat in diesen Bereichen.

Warum publizieren Wissenschaftler ihre Arbeit in Zeitschriftenartikeln?

Doch nicht nur die Ergebnissicherung ist Ziel eines Artikels oder einer Monografie. Er hat im Laufe der Zeit immer mehr Aufgaben und Funktionen übernommen. Als Nachwuchswissenschaftlerin wurde mir zur Aufgabe gestellt, zu zeigen, dass ich ein mir selbst erarbeitetes Forschungsthema weitestgehend eigenständig erarbeiten, mit angemessenen Theorien und Methoden durchleuchten, Ergebnisse festhalten und diskutieren sowie die Analysen in schriftlicher Form präsentieren kann. Die Verschriftlichung dient dem Dialog mit anderen Wissenschaftlern. Viele kennen sich untereinander, andere haben sich noch nie persönlich getroffen, doch innerhalb eines Forschungsfeldes vereint uns alle ein gemeinsamer Bestand an Literatur und geteilten Wissens. Mit *Getting into Print* hat Walter W. Powell 1985 ein Buch vorgelegt, dass bis heute nicht an Aktualität verloren hat. Er beschreibt, wie wissenschaftliche Verlage Entscheidungen über die Annahme oder Ablehnung eines Manuskripts treffen und wie damit die Organisation und Kultur der Wissenschaft durch eine externe Organisation beeinflusst wird. Aber nicht nur Verlagshäuser beeinflussen, ob, wie, warum und wo wir unsere Forschungsergebnisse publizieren. Bereits in Abschnitt 1.3 wurden die Motive zur Entscheidung für eine Publikation der gewonnenen Ergebnisse in Form von Zeitschriftenartikeln diskutiert. Welche Publikationsformen innerhalb einer Disziplin wichtig und als prestigeträchtig angesehen werden, wird allerdings innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft ausgehandelt. Bereits angedeutet wurde, dass Publikationen in hochklassifizierten wissenschaftlichen Zeitschriften in allen Disziplinen an Bedeutung gewonnen haben, da sie unter anderem zur Leistungsbewertung herangezogen und mit Hilfe bibliometrischer Verfahren untersucht werden können. Zudem stehen für Zeitschriften große Datenbanken wie *Web of Science* oder *Scopus* zur Verfügung, die den Zugang zu Informationen vereinfacht haben (siehe Abschnitte 6.3 und 6.4 zu den Details und Implikationen). Die oben genannten Motive beeinflussen unsere Entscheidung, warum wir publizieren, obwohl das »ob« von uns gar nicht mehr in Frage gestellt wird. Treffen wir die Entscheidung zur *Wissenschaft als Beruf* (Weber 2002 [1919]) gehört das verschriftlichen von generiertem Wissens zu unseren täglichen Aufgaben. Jedoch müssen nach Abschluss der Fertigstellung eines Artikels weitere Schritte durchlaufen werden, bevor er in einer wissenschaftlichen Zeitschrift publiziert werden kann.

Nach der Fertigstellung des Artikels ist vor dem Review Prozess – der lange Weg bis zur Veröffentlichung

Entscheiden wir uns dazu, unsere Forschungsergebnisse in Form eines Artikels zu publizieren, fällt meist schon vor Beginn des Schreibens die Entscheidung für ein bestimmtes Journal. Der Autor macht sich Gedanken, in welche Zeitschrift der Beitrag inhaltlich am besten passen könnte, um an den wissenschaftlichen Diskurs anzuknüpfen. Ist die Entscheidung gefallen, beginnt der Schreibprozess. Hierbei werden bereits die von den meisten Zeitschriften öffentlich bekannt gemachten Autorenhinweise beachtet, wie beispielsweise die maximale Länge eines Artikels, Hinweise zur Struktur oder dem Layout. Zudem versuchen die Autoren aktuelle Veröffentlichungen der jeweiligen Zeitschrift in die eigene Arbeit mit einzubeziehen, um zu zeigen, dass der Beitrag in die Zeitschrift passt, und dass man mit der aktuellen Literatur vertraut ist. Ist der Artikel bereit für die Begutachtung, muss er in anonymisierter Form an die Zeitschrift gesandt werden, da das Peer-Review-Verfahren in der Regel ohne gegenseitige Kenntnis der Autoren und Gutachter stattfindet. Je nach Zeitschrift findet direkt nach der Einsendung eine Vorbegutachtung durch die Herausgeber statt, oder aber der Artikel wird direkt an Experten aus dem jeweiligen Feld gesandt. Sie lesen den Artikel und schreiben ein kritisches Feedback mit einer Empfehlung zur Annahme oder Ablehnung des Beitrags. Diese Empfehlung wird oft in Abstufungen vorgenommen: angenommen, kleine Korrekturen, große Korrekturen, abgelehnt. Wird ein Artikel angenommen, meist mit Bitte um Korrekturen, erhalten die Autoren die Möglichkeit diesen zu überarbeiten und auf das Feedback der Gutachter einzugehen. Bevor das Manuskript zur zweiten Begutachtungsrunde versandt wird, verfassen die Autoren ein Antwortschreiben an die Gutachter, wo sie ihre Änderungen beschreiben, auf eventuelle Rückfragen eingehen und begründen, warum sie welche Änderungen vorgenommen haben. Begleitet wird das Schreiben oft von einem Brief an die Herausgeber der Zeitschrift. In manchen Fällen folgt eine zweite oder auch dritte Runde der Überarbeitung, bevor das Manuskript von den Herausgebern der Zeitschrift endgültig zur Veröffentlichung angenommen wird. Meist wird im Anschluss das Layout überarbeitet. Die Publikation erfolgt bei einigen Zeitschriften zunächst online, da der Druck einer Ausgabe Zeit in Anspruch nimmt und häufig bereits viele Artikel auf die Veröffentlichung warten. Dieser Umstand und die zunehmende Belastung der wenigen zur Verfügung stehenden Gutachter führt dazu, dass bis zur Publikation eines Artikels in einer wissenschaftlichen Fachzeitschrift ein bis zwei

Jahre vergehen können. Hinzu kommen die direkten und indirekten Kosten, die zur Erstellung einer Publikation aufgewendet werden müssen: Personalkosten, Apparaturen und Instrumente, Kosten für die Durchführung des Forschungsprojekts, Anschaffungskosten für Literatur, Reisekosten und vieles mehr. Ein Zeitraum von zwei Jahren kann bei der Publikation aktueller Forschungsergebnisse besonders in naturwissenschaftlichen und technischen Fächern mit einer hohen Weiterentwicklungsrate problematisch werden, da die Ergebnisse zum Zeitpunkt der Veröffentlichung teilweise schon als überholt angesehen werden müssen.

Die Auswüchse des langwierigen Peer-Review-Prozesses bis zur Veröffentlichung eines Artikels hat dazu geführt, dass neben den in den wissenschaftlichen Gemeinschaften anerkannten Fachzeitschriften vermehrt Onlinemagazine entstanden sind, die, getarnt unter dem Deckmantel der Seriosität, Einladungen zur Veröffentlichung von Forschungsergebnissen an Wissenschaftler per E-Mail verschicken. Einen Überblick über den schnell wachsenden Markt wissenschaftlicher Zeitschriften zu behalten wird besonders für den Nachwuchs immer schwieriger, da die Trennung zwischen renommierten Fachzeitschriften und den als »Räuberzeitschriften« (*predatory journals*) bezeichneten Journalen nicht immer gleich zu erkennen ist. Diese bestehen häufig lediglich aus einer Webseite und einem Briefkasten. In einem am 9. März 2017 erschienenen Artikel in der Wochenzeitung »Die Zeit« warnte Peter Weingart vor einer Zerstörung des Vertrauens in die Qualitätskontrolle der Wissenschaft durch solche Zeitschriften. Mit einer E-Mail, die lediglich hundert Mal den Satz *»get me off your fucking mailing list«* enthielt, versuchte sich ein australischer Wissenschaftler aus dem E-Mail-Verteiler des *International Journal of Advanced Computer Technology* zu befreien und erhielt nur kurze Zeit später die Rückantwort, dass sein Text im Peer-Review-Verfahren der Zeitschrift als exzellent bewertet und zur Veröffentlichung angenommen wurde (Spiewak 2017). Dieses anekdotische Beispiel zeigt eindrücklich die Schattenseiten der existierenden Industrie, die sich um den steigenden Veröffentlichungsdruck in der Wissenschaft gebildet hat.

Dieser kurze Abschnitt dient der Reflexion der eigenen Forschung und Eibettung des zu untersuchenden Gegenstands, Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften in den STEM+-Fächern, in den angewandten Kontext der Arbeit in Bezug auf den Alltag. Bevor die Struktur der folgenden Kapitel vorgestellt wird, werden im nächsten Abschnitt die Möglichkeiten und Grenzen dieser Arbeit durch eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Punkte der Einleitung aufgezeigt.

1.5 Möglichkeiten und Grenzen der Arbeit

Die große Stärke dieser Arbeit ist die Untersuchung wissenschaftlicher Produktivität aus unterschiedlichen Perspektiven unter Zuhilfenahme einer systematischen historischen und institutionellen Analyse der Entwicklung des Wachstums wissenschaftlicher Produktivität und der Entwicklung der Hochschulbildung in Deutschland. Wissenschaftliche Produktivität, gemessen in Form von Zeitschriftenartikeln in wissenschaftlichen Fachzeitschriften in den STEM+-Fächern wird unter Zuhilfenahme unterschiedlicher Ebenen und Dimensionen analysiert. Der lange historische Zeitrahmen von mehr als einem Jahrhundert ermöglicht es mir, Pfadabhängigkeiten nachzuvollziehen und eventuelle Veränderungen in der Entwicklung der Organisation der Forschung im deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystem aufzuzeigen. Eine detaillierte Analyse unterschiedlicher Organisationsformen, ohne Beschränkung auf Universitäten, die an der Produktion wissenschaftlichen Wissens beteiligt sind, wurde bisher noch nicht durchgeführt.

Da in dieser Arbeit allein Daten aus dem *Science Citation Index Expanded* zur Analyse herangezogen werden, muss die Untersuchung wissenschaftlicher Produktivität auf den Aspekt der Publikation von Zeitschriftenartikeln begrenzt werden. Dies hat zur Folge, dass nicht das gesamte Spektrum wissenschaftlicher Produktivität beschrieben wird, sondern nur ein Teilaspekt. Hinzu kommt die Eingrenzung auf die STEM+-Fächer, da der Datensatz nur für diese Fächer eine ausreichende Abdeckung an Zeitschriften bereit stellt. Allerdings gelten in den STEM+-Fächern Publikationen in *peer reviewed* Zeitschriften als *gold standard* zur quantitativen Vermessung wissenschaftlicher Produktivität. Somit bildet der Datensatz eine sehr gute Grundlage zur Beantwortung meiner Forschungsfragen. Über die Qualität der Forschung können keine Aussagen getroffen werden, da der Inhalt der einzelnen Artikel in dieser Arbeit nicht ausgewertet wurde. Allerdings gelten Zeitschriftenartikel, die ein Peer-Review-Verfahren durchlaufen haben, als qualitativ hochwertig, da das Verfahren als Instrument zur Qualitätsprüfung wissenschaftlicher Leistung eingesetzt wird (Abschnitt 1.3.2). Zudem verspricht der Datenanbieter, dass nur die wichtigsten Zeitschriften eines Fachs in den *Science Citation Index Expanded* aufgenommen werden. Eine Diskussion dieses Sachverhalts findet in Kapitel 6 statt.

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Makro- und Mesoebene. Durch die Einbettung des deutschen Falls in den globalen und euro-

päischen Kontext wird ein ganzheitliches Bild, zumindest in Bezug auf wissenschaftliche Produktivität in Form von Publikationen in Fachzeitschriften, gezeichnet.

Um einen Überblick über das weitere Vorgehen in dieser Arbeit zu bekommen, wird zunächst die Struktur der Arbeit vorgestellt.

1.6 Die Struktur der Arbeit

Die hier vorliegende Dissertation gliedert sich in einen beschreibenden und einen empirischen Teil. Zunächst wird ein Rahmen aufgespannt, um den multidisziplinären Kontext der Arbeit (Kapitel 2) zu beschreiben. Das Kapitel geht auf die unterschiedlichen Perspektiven der Hochschul- und Wissenschaftsforschung in Deutschland ein, gefolgt von einer Diskussion der Sonderstellung wissenschaftlichen Wissens in der Wissensgesellschaft. Weiterhin wird die Entstehung der Wissenschaft als soziale Institution beschrieben und Derek J. de Solla Prices prominentes Konzept zur quantitativen Vermessung der Wissenschaft anhand der Anzahl wissenschaftlicher Publikationen vorgestellt. Kapitel 3 arbeitet den aktuellen Stand der Forschung auf. In Kapitel 4 werden drei unterschiedliche theoretische Erklärungsansätze zur Beschreibung der Entwicklung und Institutionalisierung globaler Wissenschaft vorgestellt. Begonnen wird mit einer Einführung in den Neo-Institutionalismus und der Begründung, warum sich eine vergleichende institutionelle Theorie als Mehrebenenansatz besonders gut zur Beantwortung der Forschungsfragen eignet. Im Abschnitt zur Transformation der Wissenschaft werden zwei weitere theoretische Konzepte skizziert, die zur Analyse der auf der Mesoebene zu untersuchenden Organisationsformen herangezogen werden: *Mode 1* versus *Mode 2* Wissenschaft und das Triple-Helix Modell zur Beschreibung der Beziehung zwischen Universitäten, der Industrie und dem Staat. Bevor die Forschungsergebnisse im empirischen Teil der Arbeit präsentiert werden, gibt Kapitel 5 einen Überblick über die Entstehungsgeschichte der Bibliometrie. In dem Kapitel wird auch der genutzte Datensatz vorgestellt und begründet, warum er sich besonders gut dazu eignet, wissenschaftliche Produktivität im Zeitverlauf zu untersuchen. In Kapitel 6 zum Forschungsdesign und den Methoden wird zunächst kurz das internationale Forschungsprojekt vorgestellt, in dessen Rahmen meine Dissertation entstanden ist. Es folgt ein Abschnitt zum

methodischen Vorgehen und der Datengrundlage der Arbeit. Besprochen werden auch die Herausforderungen im Umgang mit den verwendeten Daten, ihre Repräsentativität und welche zusätzlichen Datenquellen zur Kontextualisierung herangezogen wurden. Das Kapitel schließt mit einer Konzeptspezifikation und Operationalisierung der Variablen, einer Beschreibung der Methoden zur Berechnung der wissenschaftlichen Produktivität und der Gewichtung der Daten. Der nun folgende empirische Teil gliedert sich in drei große Basiskapitel:

In Kapitel 7 wird das »Global Picture«, also der internationale Vergleich von Hochschul- und Wissenschaftssystemen, gezeichnet. Es geht um die Beschreibung der weltweiten Entwicklung der Wissenschaft im 20. Jahrhundert und die empirische Überprüfung des im Kontextkapitel bereits vorgestellten Konzept de Solla Prices These des exponentiellen Wachstums wissenschaftlicher Produktivität. Kapitel 8 dient der Überleitung vom weltweiten und europäischen Vergleich hin zur Analyse des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems. Zunächst wird seine Institutionalisierung dargestellt und die wichtigsten klassischen Organisationsformen charakterisiert. Hinzu kommt eine Beschreibung der Finanzierung von FuE in Deutschland. Da im nächsten Kapitel die Expansion der Wissenschaft in Deutschland auch unter dem Gesichtspunkt der Teilung Deutschlands und der damit einhergehenden unterschiedlichen Organisation der Forschung in Ost- und Westdeutschland analysiert wird, endet das Kapitel mit einer Beschreibung der Forschung und Hochschulbildung in der Deutschen Demokratischen Republik. In Kapitel 9 wird der Frage nachgegangen, welche Organisationsformen Wissenschaft produzieren. Zunächst wird die Expansion der wissenschaftlichen Produktivität in Deutschland im Zeitverlauf untersucht. Es folgt eine Gegenüberstellung der Anzahl der Publikationen von Universitäten und Nicht-Universitäten, um eine erste Annäherung an die Analyse der Organisationsformen zu erreichen. Danach wird das organisationale Feld der Wissenschaft tiefgreifend untersucht. Das Kapitel schließt mit einer Analyse der führenden Wissenschaftsproduzenten in Deutschland im Jahr 2010. Das dritte empirische Kapitel 10 widmet sich der Analyse der nationalen und internationalen Kooperationen in Form von Ko-Autorenschaften im internationalen Vergleich.

Die Arbeit endet mit einer Schlussbetrachtung und Diskussion der Ergebnisse (Kapitel 11). Ein Ausblick auf geplante weiterführende Forschung und eine Aufstellung offener Fragen rundet die Dissertation ab (Kapitel 12).

2. Multidisziplinärer Kontext

In diesem Abschnitt erfolgt die Einbettung des Themas der Arbeit in den weiteren Kontext des Forschungsfeldes. In einem ersten Schritt wird die Verbindung von Hochschul- und Wissenschaftsforschung diskutiert (Abschnitt 2.1). Dies ist besonders im deutschen Kontext wichtig, da sich diese Arbeit an der Schnittstelle beider Bereiche bewegt und keiner der Disziplinen vollständig zugeordnet werden kann. Zudem nehmen beide Bereiche unterschiedliche Perspektiven ein und sind eng miteinander verzahnt. Der neu gegründete Beirat »Wissenschafts- und Hochschulforschung« bestärkt die Notwendigkeit, dass beide Disziplinen wieder stärker miteinander in Kontakt treten sollten (www.wihoforschung.de). Aus diesem Grund werden Konzepte, Theorien und Methoden beider Forschungsgebiete vorgestellt. Die Wichtigkeit ihrer Kombination soll hervorgehoben werden, um einen Beitrag zur aktuellen Debatte innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft zu leisten. In einem zweiten Schritt wird die Sonderstellung wissenschaftlichen Wissens im Vergleich zu anderen Wissensformen diskutiert (Abschnitt 2.2), um in einem dritten Schnitt auf die Wissenschaft als soziale Institution (Abschnitt 2.3) einzugehen. Als theoretische Grundlage dient Robert K. Mertons (1973b [1942]) Ethos der Wissenschaft. Der vierte Schritt umfasst die Vorstellung Derek J. de Solla Prices Modell des exponentiellen Wachstums wissenschaftlicher Literatur (Produktivität) (Abschnitt 2.4). Seine These, dass das wissenschaftliche Wachstum an einem bestimmten Punkt einen Schwellenwert erreichen wird, wo die Kurve zwangsläufig abflachen muss (logistische Funktion/Kurve), um nicht ins absurde abzudriften, wird in einem ersten empirischen Kapitel (Kapitel 7) überprüft.

2.1 Perspektiven der Hochschul- und Wissenschaftsforschung

»Wissenschafts- und Hochschulforschung sind interdisziplinäre Forschungsfelder, in denen die Voraussetzungen, Strukturen und Leistungsprozesse des Wissenschaftssystems und der tertiären Bildung untersucht werden. Sie bieten somit wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse über einen gesellschaftlichen Teilbereich, der in den vergangenen Jahrzehnten einen zunehmend wichtigeren Stellenwert für technische Innovationen, Wirtschaftswachstum, eine umweltschonende Entwicklung und ein steigendes Bildungsniveau der Bevölkerung in den entwickelten Industrienationen bekommen hat. Produkte und Dienstleistungen, aber auch Handlungen und Entscheidungen von Organisationen und Individuen beruhen heute in hohem Maße auf wissenschaftsbasierten und über die tertiäre Bildung vermittelten Informationen.« (WR 2014: 7)

Mit dieser Aussage bekräftigt der Wissenschaftsrat (WR), Deutschlands wichtigstes wissenschaftspolitisches Gremium, die herausragende Bedeutung der Hochschul- und Wissenschaftsforschung als eigenständige Forschungsfelder innerhalb der Soziologie. Zu beobachten ist, dass sich beide Systeme in einem stetigen Wandlungsprozess befinden. Durch die Anlage dieser Arbeit an der Schnittstelle beider Bereiche sollen zunächst die dort vorherrschenden Beziehungen aufgezeigt werden, bevor auf die Entstehung der Wissenschaft als soziale Institution (Abschnitt 2.3) und auf die Sonderstellung wissenschaftlichen Wissens (Abschnitt 2.2) eingegangen wird. Da Universitäten und andere Organisationsformen der Wissensproduktion im Zentrum dieser Arbeit stehen, werden Hinweise darauf gegeben, welche inhaltlichen Perspektiven sich durch eine übergreifende Betrachtung für die Analyse des Gegenstands ergeben.

Kernthema beider Forschungsfelder ist die Untersuchung des Zusammenhangs von Wissen(schaft) und Gesellschaft. Im Mittelpunkt steht zertifiziertes Wissen, das im Rahmen universitärer Forschung und Lehre generiert und weitergegeben wird. Dennoch handelt es sich bei der Hochschul- und Wissenschaftsforschung um zwei weitestgehend voneinander getrennte wissenschaftliche Gemeinschaften. Durch die idealtypische Verbindung von Forschung und Lehre innerhalb deutscher Universitäten (Humboldt 1809; 1809/10) kann eine Reduzierung des Analysegegenstands der Wissenschaftsforschung auf die Forschung und der Hochschulforschung auf die Lehre als nicht zielführend betrachtet werden (Hüther/Krücken 2016). Otto Hüther und Georg Krücken gehen davon aus, dass unterschiedliche histo-

rische Institutionalisierungsprozesse, die Nähe zu distinkten Kerndisziplinen und unterschiedliche Anwendungsbezüge zur Herausbildung zweier Forschungsfelder geführt haben (2016: 300). Die (Weiter-)Entwicklung von Hochschul- und Wissenschaftsforschung und die damit einhergehenden Pfadabhängigkeiten setzen der Annäherung beider Felder Grenzen.

2.1.1 Die Wissenschaftsforschung

Wissenschaft ist in modernen Gesellschaften allgegenwärtig. Sie gilt als Motor des (technischen) Fortschritts und ist möglicherweise die wichtigste soziale Institution, da sie das Leben der Menschen nachhaltig verändert hat. Die Begründung der modernen Wissenschaft im 17. Jahrhundert hatte und hat bis heute weitreichende Auswirkungen auf fast alle Bereiche unserer Gesellschaft. Sie nimmt einen hohen Stellenwert ein. Dies zeigt sich nicht nur im alltäglichen Umgang mit Wissen und Erkenntnissen, sondern auch in den hohen Investitionen in Wissenschaft und Technologien. Im Gegenzug muss sich die Wissenschaft gegenüber der Gesellschaft und der in ihr lebenden Menschen immer wieder neu legitimieren und begründen, wofür die erhaltenen staatlichen Geldmittel ausgegeben werden. Hinzu kommen gestiegene Erwartungen an die Wissenschaft und wissenschaftliche Erkenntnisse. Fragen der sozialen und institutionellen Organisation der Wissenschaft rücken immer weiter ins Zentrum des Interesses von Forschern. Obwohl der Zugang zu Wissen in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts immer einfacher und der Zugang zu Universitäten und anderen Bildungseinrichtungen vielen Menschen ermöglicht wurde, kommt es zu einer immer stärker werdenden Ausdifferenzierung und Spezialisierung von Wissen.

Aufgaben und Ziele der Wissenschaftsforschung

Ziel der Wissenschaftsforschung ist es, die *black box* der Wissenschaft zu öffnen und Fragen zu beantworten, wie sich wissenschaftliche Erkenntnisse entwickeln, welche Theorien und Methoden angewendet werden, um Wissen zu generieren, was wissenschaftliches Wissen von anderen Wissensformen unterscheidet und wie es eigentlich produziert wird. Die Wissenschaftsforschung hat es sich, angelehnt an Max Weber (2002 [1919]), zur Aufgabe gemacht, die »Entzauberung der Wissenschaft« voranzutreiben (Felt u.a. 1995: 9). Die Institutionalisierung der Wissenschaftsforschung schritt im angelsächsischen Raum bereits in der Nachkriegszeit voran, im

deutschsprachigen Raum (Deutschland, Österreich, Schweiz) etwas später zu Beginn der 1970er Jahre. An Universitäten wurden erste Institute zur Erforschung der Wissenschaft eingerichtet. 1970 wurde das Max-Planck-Institut zur Erforschung der Lebensbedingungen der wissenschaftlich-technischen Welt in Starnberg gegründet. Nationale und internationale Fachgesellschaften, wie die »Sektion Wissenschafts- und Technikforschung« der Deutschen Gesellschaft für Soziologie (in den 1970er Jahren) oder die *Society for Social Studies of Science* (1975) formierten sich und eine Anzahl (englischsprachiger) Fachzeitschriften[5] entstanden.

Im Kern geht es in der Wissenschaftsforschung um philosophische, historische und soziologische Ansätze. Sie zeichnet sich durch ein starkes theoretisches Fundament, Methodenreflexion und deren Entwicklung aus. Thomas S. Kuhns Arbeit *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen* (2014 [1962]) wird als klassisches Beispiel für die historische Fundierung der Wissenschaftsforschung herangezogen und Robert K. Mertons Arbeiten (1957; 1973a) gelten als Meilensteine der Wissenschaftssoziologie. Zudem kam es zu einer deutlichen Fokussierung der Wissenschaftsforschung auf die Naturwissenschaften (Hüther/Krücken 2016: 303; Zuckerman 1988: 512).

Die Entwicklung der Wissenschaftsforschung im Zeitverlauf

In der Wissenschaftsforschung geht es um die Untersuchung der Ausdifferenzierung der Wissenschaft mit ihren spezifischen Organisationsformen, wie beispielsweise der Universität und dem Forschungslabor. Unterschieden werden zwei Entwicklungsrichtungen der Wissenschaftssoziologie (Weingart 2013 [2003]: 127ff.):

1. Die interne Beschaffenheit der Wissenschaft, das heißt eine immer größer werdende Differenzierung. Der bisher als einheitlich gekennzeichneten Wissenschaftskultur mit gemeinsamen Werten, Normen und ihrer wichtigsten Kerninstitution, der Universität, steht eine große Vielfalt an Kulturen, Methoden und Standards der Anerkennung wissenschaftlichen Wissens gegenüber. Unterschiede rücken in den Fokus, Gemeinsamkeiten werden übersehen.

---

5 Ein Überblick über die wichtigsten Fachzeitschriften der Wissenschaftsforschung kann dem Einführungswerk zur Wissenschaftsforschung von Ulrike Felt, Helga Nowotny und Klaus Taschwer (1995: 297ff.) entnommen werden.

2. Bezüge der Wissenschaft zu anderen Funktionssystemen der Gesellschaft.

Diese Entwicklungsrichtungen der Wissenschaftssoziologie können auf das von Michael Gibbons und seinen Kollegen (1994; Nowotny u.a. 2001) eingeführte Konzept zur Beschreibung der modernen Form der Produktion wissenschaftlichen Wissens zurückgeführt werden. Die Autoren gehen davon aus, dass es Mitte des 19. Jahrhunderts zu einer Veränderung des wissenschaftlichen Systems kam. Die Produktion von Wissen hat sich verändert und die Natur des Prozesses der Forschung wurde radikal transformiert (Nowotny u.a. 2003). Wie im theoretischen Teil dieser Arbeit (Kapitel 4) beschrieben, wird davon ausgegangen, dass es zu einem Wandel von der traditionellen Form der Wissensproduktion (*Mode 1*) hin zu einem neuen Modell der Wissensproduktion (*Mode 2*) kam. *Mode 2* wurde in einem anwendungsbezogenen Kontext entwickelt, war aber nie als neues Label für angewandte oder programmatische Forschung gedacht, sondern als Weiterentwicklung des bereits bestehenden Modells, um der immer größer werdenden Diversität des Wissenschaftssystems und der voranschreitenden Verzahnung von Wissenschaft und Gesellschaft Rechnung zu tragen. *Mode 2* soll *Mode 1* nicht ersetzen, beide Modelle können weiterhin nebeneinander existieren. Durch die Globalisierung der Wissenschaft, der Verteilung von FuE Ressourcen und die wichtiger werdende Rolle spezialisierten Wissens zur Entwicklung technologischer Innovationen führte zu einer differenzierten und heterogenen Form des Wachstums von Wissen (Gibbons u.a. 1994: 34). Als Beispiel werden in dieser Arbeit die sich verändernden Muster der Publikation wissenschaftlicher Zeitschriftenartikel in STEM+-Fächern herangezogen: steigende Autorenzahlen pro Artikel, Diversität der eingebundenen Disziplinen, ein breiteres Spektrum an Organisationen, an denen die Autoren beschäftigt sind und die geografische Verteilung der involvierten Organisationen. Es wird davon ausgegangen, dass zwar weiterhin die Universitäten eine tragende Rolle bei der Generierung wissenschaftlichen Wissens im disziplinären Kontext spielen (*Mode 1*), dass Wissensproduktion aber mittlerweile in breiteren sozialen Settings stattfindet und nicht länger auf einige wenige, klassische Organisationsformen der Wissenschaft beschränkt ist, sondern eine Vielzahl an Individuen und Organisationen umfasst, die die Wissensproduktion weitreichend verteilen (*Mode 2*) (Gibbons u.a. 1994: 14).

Als zweites Konzept zur Beschreibung der Entwicklungsrichtungen der Wissenschaftssoziologie kann das Triple-Helix Modell zur Beschreibung der

Beziehung zwischen Universitäten, Industrie und Staat (Etzkowitz/Leydesdorff 2000) herangezogen werden.[6] Im Gegensatz zur Idee von *Mode 2* bleibt die historische Rolle der Universität in diesem Konzept erhalten. Es kommt zu einer Erweiterung auf und Einbindung von sich wandelnden Umständen in Wissenschaft und Gesellschaft (Shinn 2002: 609). So lange die Universität ihren originären Bildungsauftrag erhalten kann, ist zu erwarten, dass sie als Schlüsselinstitution bestehen bleibt. Zudem liegt das Potenzial zur Innovation und wirtschaftlicher Entwicklung eingebettet in der Universität, da sie stellvertretend für die Produktion, den Transfer und die Anwendung von Wissen steht. Die Triple-Helix bietet somit auf der Ebene der Sozialstruktur ein Erklärungsmodell für die Weiterentwicklung der Wissensproduktion von einer *Mode 1* Wissenschaft zu einer *Mode 2* Wissenschaft, indem sie die Wissenschaft mit der Industrie und dem Staat miteinander in Beziehung setzt (Etzkowitz/Leydesdorff 2000: 117ff.).

In ihrem Überblicksartikel *The Sociology of Science* identifiziert Harriet Zuckerman (1988: 514) drei Schwerpunkte der Wissenschaftssoziologie:

1. Die soziale Struktur und Kultur der Wissenschaft,
2. die Soziologie wissenschaftlichen Wissens und
3. die Interaktion von Wissenschaft und ihrem soziokulturellen Kontext (Gesellschaft).

Eine zentrale Frage der Wissenschaftssoziologie ist die nach der zukünftigen Gestalt ihrer Institutionen. Schon zu Beginn des 21. Jahrhunderts konnte die zunehmende Ausdifferenzierung der Wissenschaft und ihre fortschreitende Spezialisierung als nicht mehr aufzuhaltende Entwicklung identifiziert werden. Die bereits Mitte des 17. Jahrhunderts in England gegründeten universalwissenschaftlich ausgerichteten Akademien und wissenschaftlichen Gesellschaften zerfielen zu Beginn des 19. Jahrhunderts, da sie den gestiegenen gesellschaftlichen Bedürfnissen nicht mehr gewachsen schienen und disziplinär organisierte Institutionen ihren Siegeszug in der Wissenschaft antraten. Wissenschaftliche Forschung und Lehre vereinten sich in modernen Universitäten und außerwissenschaftlichen Forschungsinstituten (Felt u.a. 1995: 40). Das deutsche Hochschul- und Wissenschaftssystem, und nicht zuletzt die Gründung der Berliner Universität im Jahr 1810, nehmen

6 Eine genauere Beschreibung des Konzepts der Triple-Helix und seine Verzahnung mit der Entwicklung des Konzepts zur Beschreibung der modernen Form der Produktion wissenschaftlichen Wissens (*Mode 1* versus *Mode 2*) sowie die Einbindung in den historischen Kontext erfolgt im theoretischen Teil dieser Arbeit (siehe Kapitel 4).

eine Vorreiterrolle in dieser Entwicklung ein. Die Produktion wissenschaftlichen Wissens hat sich in viele Bereiche der Gesellschaft ausgebreitet und es war Aufgabe der Disziplinen, die Wissensproduktion über ihre internen Mechanismen (Kommunikation, *peer review*, Reputation) zu steuern. Kommt es aber zu einer Verschiebung von der Orientierung an interne Kriterien zu einer Orientierung an externe Kriterien zur Wissensproduktion (Weingart 2013 [2003]: 136ff.), kann die Unterscheidung zwischen wissenschaftsorientierter Grundlagenforschung, anwendungsbezogener Industrieforschung und Entwicklung nicht mehr aufrecht gehalten werden. Obwohl unterschiedlichen Organisationsformen der Wissenschaft bestimmte Charaktereigenschaften (Formen von Wissen) zugeordnet werden können, verschwimmen die Grenzen zwischen Forschung/Wissenschaft, Politik und Industrie zunehmend. Es kommt zu einer Diffusion von Wissen.

Die oben beschriebenen drei Schwerpunkte der Wissenschaftssoziologie lassen sich nun übersetzen: Die soziale Struktur und Kultur der Wissenschaft in Form bestimmter Ziele und Leitbilder einzelner Organisationsformen der Wissenschaft, beispielsweise Universitäten, außeruniversitäre Forschungsinstitute, Industrieunternehmen und Bundesforschungseinrichtungen wird in institutionelle Strukturen überführt. Die kulturelle Ebene der Soziologie wissenschaftlichen Wissens kann mit den unterschiedlichen Wissensformen beschrieben werden, die in den Organisationsformen dominieren. Schließlich kommt es mit Hilfe der Produkte wissenschaftlicher Forschung (wissenschaftliche Zeitschriftenartikel, Patente, Erfindungen) zu einem Austausch der Wissenschaft mit der Gesellschaft.

2.1.2 Die Hochschulforschung

Im Gegensatz zur Wissenschaftsforschung zeichnet sich die Hochschulforschung durch einen starken Anwendungsbezug und die Thematisierung sozialer Ungleichheit aus. Als eigenständiges Forschungsfeld ist die Hochschulforschung erst im Zuge der Hochschulexpansion in den 1960er und 1970er Jahren entstanden (Oehler 1988; Hüther/Krücken 2016). Seitdem wurde immer wieder der Versuch unternommen sie zu kartieren und den eigenen Standort zu bestimmen. Zu den neueren Studien gehören neben dem von Otto Hüther und Georg Krücken (2016) vorgelegten Band: Teichler 2000, Gunnkel u.a. 2003, Kehm 2010, Altbach u.a. 2006 [2000], Wolter 2011, Hartwig 2013, Winter/Krempkow 2013 und Winter 2014. Bereits im Jahr 2014 wies die Literaturdatenbank des Instituts für Hoch-

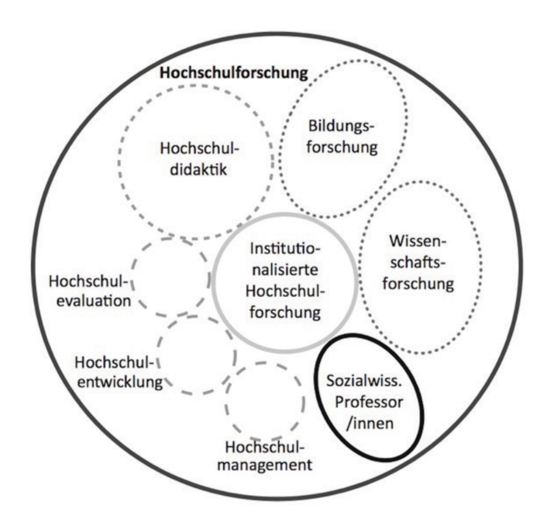
schulforschung HoF in Halle-Wittenberg mehr als 40.000 Texte aus, die seit 1990 erschienen und thematisch der Hochschulforschung zuzuordnen sind (Winter 2014). Auch anhand dieses Beispiels lässt sich zeigen, dass die heute zur Verfügung stehende Literatur zu einem Themenbereich von einem einzelnen Wissenschaftler nicht mehr vollständig gesichtet und referiert werden kann. Allerdings fehlt im Gegensatz zur Wissenschaftsforschung eine Einbettung in eine intellektuell einheitliche Soziologie. Mit dem Versuch Hochschulsysteme in modernen Gesellschaften als Siebe (*sieves*), Brutkästen (*incubators*), Tempel (*temples*) und Schnittstellen (*hubs*) zu beschreiben, sollen Gemeinsamkeiten herausgestellt und nationale Unterschiede in den Strukturen einzelner Hochschulsysteme herausgearbeitet werden (Stevens u.a. 2008: 140).

»We argue that sociologists have conceived higher education systems as sieves for sorting and stratifying populations, incubators for the development of competent social actors, temples for the legitimation of official knowledge, and hubs connecting multiple institutional domains.« (Stevens u.a. 2008: 127)

Hochschulforschung als eigenständige Disziplin?

Durch ein offenes Verständnis der Hochschulforschung kommt es zunehmend zu Abgrenzungsproblemen mit anderen Wissenschaftsfeldern. Allerdings können hierdurch Zusammenhänge zwischen Hochschule, Beruf, Bildung und Wissenschaft besser erforscht werden. Durch die Anwendung sozialwissenschaftlicher Methoden nähert sie sich ihrem Gegenstand an. Die eigene Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses in Masterstudiengängen sowie das Vorhandensein von Fachgesellschaften, eigenen Fachzeitschriften und Professuren mit entsprechender Denomination haben zur Herausbildung eines eigenen Fachs geführt. Jedoch kommt es durch das breite Themenspektrum und die Verzahnung mit den Fächern Soziologie, Politik-, Erziehungs-, Geschichts-, und Wirtschaftswissenschaft sowie der Psychologie zu einer Verwässerung. Hinzu kommen Fachgebiete, die zwar Forschungsvorhaben in der Hochschulforschung durchführen, deren Ausrichtung sich aber nicht allein auf Hochschulen konzentriert. Hierzu zählen die bereits vorgestellte Wissenschaftsforschung und die Bildungsforschung (Winter 2014: 29ff.).

Abbildung 2: Institutionalisiertes Zentrum und periphere Kreise der Hochschulforschung in Deutschland



Quelle: Winter 2014: 38

Abbildung 2 zeigt die Struktur und Institutionalisierung der Hochschulforschung in Deutschland. Innerhalb des äußeren Kreises befinden sich alle Einrichtungen, die über Hochschulen oder Hochschulthemen forschen. Die sich in ihm befindlichen Kreise zeigen die Vielfältigkeit der Hochschulforschung. An diesem Punkt kann allerdings nicht auf alle Einzelheiten eingegangen werden. Die Wissenschaftsforschung wurde bereits ausführlich besprochen, da sich diese Arbeit an der Schnittstelle zwischen Hochschul- und Wissenschaftsforschung bewegt. Der innere graue Kreis beschreibt die Einrichtungen, die hauptsächlich Hochschulforschung betreiben (siehe nächster Abschnitt). Die gestrichelt dargestellten Kreise stellen Einrichtungen dar, die über Hochschulen forschen, aber auch anderen Forschungstätigkeiten nachgehen. Die sozialwissenschaftlichen Professuren (schwarzer Kreis) haben keine entsprechende Denomination, beschäftigen sich aber thematisch mehr oder weniger intensiv mit Hochschulthemen. Nicht alle Einrichtungen lassen sich eindeutig einem Bereich zuordnen – es kommt zu Überlappungen und somit einem Verschwimmen der Grenzen der Hochschulforschung (Winter 2014: 38f.).

Die Hochschulbildung gilt als wichtigste Institution innerhalb der soziologischen Forschung. Jedoch ist die Vielzahl an Literatur, empirischen

Studien und behandelten Themen in diesem Feld kaum zu überblicken. Zudem unterscheiden sich die Forschungsschwerpunkte in einzelnen Ländern teilweise erheblich voneinander. Die hier vorgeschlagene Übersicht kann aus diesem Grund lediglich einen Ausschnitt präsentieren und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Der Fokus liegt auf der Entwicklung im US-amerikanischen und deutschen Raum der Hochschulforschung.

Themenfelder der Hochschulforschung in den USA und in Deutschland im Vergleich

Im Allgemeinen können drei Problemfelder identifiziert werden, mit denen sich die Hochschulforschung in den USA befasst: Soziale Stratifizierung, soziale Reproduktion und die Legimitierung von Wissen (Winter 2014: 128).

Steven G. Brint (2000) beschreibt, dass es vornehmlich um die Untersuchung jener Organisationen geht, die Hochschulabschlüsse vergeben (Universitäten) und deren Legitimation formell von der wissenschaftlichen Gemeinschaft anerkannt wird. Sie arbeiten sowohl eng zusammen, stehen aber auch in ständiger Konkurrenz zueinander. Bereits in den 1970er Jahren haben Pierre Bourdieu und Jean-Claude Passeron (1971) darauf hingewiesen, dass eine Beziehung zwischen formaler Bildung und sozialem Status besteht. Innerhalb der Hochschulforschung wurde dieser Befund umfassend diskutiert und führte zu einer Ausweitung des Forschungsprogramms.

Universitäten können als soziale Orte betrachtet werden, in denen junge Erwachsene ihre sozialen Netzwerke aufbauen und lernen, sich von anderen abzugrenzen. Forschungsarbeiten zeigen, dass die Höhe des angehäuften sozialen und kulturellen Kapitals entscheidend dazu beiträgt, ob Studierende eine Universität besuchen und ob sie ihr Studium dann auch beenden (DiMaggio 1982; DiMaggio/Mohr 1987).

Bildungszertifikate gelten als Statussymbol in modernen Gesellschaften. Bildung kann als Feld bezeichnet werden, in dem unterschiedliche soziale Gruppen um Macht und Aufmerksamkeit kämpfen (Collins 1979). Innerhalb der Hochschulforschung konnte ein Zusammenhang zwischen Universitäten und modernen Nationalstaaten hergestellt werden. Formale Bildung ist ein wichtiger Aspekt von Staatenbildung durch die die einzelnen Nationalstaaten ihre Zuständigkeit zur Herausbildung fähiger Bürger und Arbeitnehmer ausdrücken (Boli u.a. 1985; Ramirez/Boli 1987). Formale Bildung zertifiziert nicht nur soziales Potenzial, sondern bringt auch soziale Akteure hervor. Dieser Prozess wiederum hat zur Folge, dass die formale Organisa-

tion von Wissen im Curriculum definiert, was als legitimes Wissen zählt (Meyer 1977).

Hochschulsysteme sind wichtig zur Verbindung von Institutionen. Der Arbeitsmarkt, die Professionen und Wissenschaften, der karitative Sektor, die Familie und der Nationalstaat wurden von Mitchell L. Stevens, Elizabeth A. Armstrong und Richard Arum (2008: 135) als wichtigste Institutionen moderner Gesellschaften identifiziert. Universitäten wurden in den 1970er Jahren zum offiziellen Zentrum der Wissensproduktion und die akademische Revolution wurde durch massive Staatsausgaben finanziert.

Innerhalb der deutschen Hochschulforschung ging es zunächst hauptsächlich um die Untersuchung des Phänomens der in den 1960er und 1970er Jahren entstandenen Massenuniversität und die Umsetzung von Reformideen innerhalb der Hochschulen. In einer zweiten Welle in den 1990er Jahren kamen Fragen der Organisation und Governance hinzu. Aufgabe der Hochschulforschung ist es, Universitäten und Fachhochschulen zum Gegenstand sozialwissenschaftlicher Analysen zu machen und Erklärungsvorschläge zum Wandel deutscher Hochschulen und des Hochschulsystems zu formulieren. Handlungsempfehlungen für relevante Akteure in Hochschulen, Politik und anderen Gesellschaftsbereichen sollen ausgesprochen werden (Hüther/Krücken 2016: 301; 11ff.). Die Autoren haben vier wichtige Themenfelder der Hochschulforschung identifiziert, die unterschiedliche Betrachtungsebenen (makro, meso, mikro) in den Mittelpunkt rücken. Erstens, die quantitativ-strukturelle Gestalt und Entwicklung von Hochschulsystemen, zweitens, Hochschulgovernance, drittens, Hochschulen als Organisationen und viertens Forschung zu Personengruppen an Hochschulen (Hüther/Krücken 2016: 63ff.).

2.1.3 Starke Partner oder steigende Konkurrenz?

Um den sich verändernden Anforderungen an die tertiäre Bildung und die dynamischen Entwicklungen des Wissenschaftssystems gerecht zu werden, ist eine theoretische untermauerte empirische Analyse nötig, die in der Lage ist, Strukturveränderungen zu erfassen und ihre Auswirkungen auf Veränderungen einzuschätzen. Die Bereitstellung dieses Wissens wird von beiden Forschungsfeldern erwartet, jedoch arbeiten sie mit unterschiedlichen Ansätzen. Aufgrund ihrer hohen Bedeutung fordert der WR (2014: 10) eine stärkere Zusammenarbeit und Institutionalisierung der Hochschul- und Wissenschaftsforschung in Deutschland. Der bereits angesprochene und

kürzlich gegründete Beirat Wissenschafts- und Hochschulforschung unterstreicht diesen Auftrag. Ein besonderes Problem ist, dass beide Forschungsfelder unterschiedliche Fragestellungen mit eigenständigen Methoden und Theorien untersuchen, ohne aufeinander Bezug zu nehmen.

Um die Diversität beider Felder und derzeit immer noch bestehende Eigenständigkeit sowie fehlende Verzahnung in Deutschland aufzuzeigen, werden im Folgenden die wichtigsten Forschungseinrichtungen, Studiengänge und wissenschaftliche Fachgesellschaften vorgestellt. Mit ihrer Bestandsaufnahme und *Kartierung der Hochschulforschung in Deutschland* haben Martin Winter und René Krempkow (2013) einen umfassenden Bericht zu den wichtigsten dauerhaften, hochschulforschenden Einrichtungen (Institute, Zentren, Arbeitsgruppen, Netzwerke, Graduiertenkollegs und Projektverbünde) und ihre Verbindung mit den anderen wichtigen angrenzenden Feldern der Hochschulforschung (Abbildung 2; hier ist besonders die Wissenschaftsforschung von Bedeutung) vorgelegt.

Zu den Einrichtungen der Hochschulforschung werden nur diejenigen gezählt, deren inhaltliche Ausrichtung überwiegend auf Hochschulen gerichtet ist. Zu ihnen gehören die »Abteilung Hochschulforschung« am Institut für Erziehungswissenschaften an der HU Berlin[7], die »AG Hochschulforschung« der Universität Konstanz[8], das Bayerische Staatsinstitut für Hochschulforschung und Hochschulplanung (IHF)[9] und das Institut für Hochschulforschung (HoF) an der Universität Halle-Wittenberg[10] (Winter/Krempkow 2013; Stand: 2.12.2013).

Zu den Einrichtungen der Wissenschaftsforschung, die auch im Bereich der Hochschulforschung aktiv sind, gehören die »Forschungsgruppe Wissenschaftspolitik« des Wissenschaftszentrums Berlin für Sozialforschung (WZB)[11], die Professur für Wissenschaftsforschung am Institut für Sozialwissenschaften der HU Berlin[12], das *Institute for Studies of Science* (*I²SoS*)

7 HU Berlin, Abteilung Hochschulforschung am Institut für Erziehungswissenschaften, 23.02.2018, https://www.erziehungswissenschaften.hu-berlin.de/de/hsf.

8 Universität Konstanz, AG Hochschulforschung, 23.02.2018, https://cms.uni-konstanz.de/ag-hochschulforschung/.

9 IHF, 23.02.2018, http://www.ihf.bayern.de.

10 Universität Halle-Wittenberg, HoF, 23.02.2018 http://www.hof.uni-halle.de.

11 WZB, Forschungsgruppe Wissenschaftspolitik, 23.02.2018, https://www.wzb.eu/de/forschung/gesellschaft-und-wirtschaftliche-dynamik/wissenschaftspolitik.

12 HU Berlin, Professur für Wissenschaftsforschung am Institut für Sozialwissenschaften, 23.02.2018, https://www.sowi.hu-berlin.de/de/lehrbereiche/wissenschaftsforschung/go.

in Bielefeld[13][14], der Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft[15] und das Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte in Berlin[16] (Winter/ Krempkow 2013). Zu den klassischen Einrichtungen der Wissenschaftsforschung gehören neben dem *Munich Center for Technology and Society* an der TU München[17] auch das Forum Internationale Wissenschaft an der Universität Bonn[18] und das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI)[19], obwohl letztgenanntes ein breiteres Forschungsfeld besetzt.

Anders als in der 2013 vorgelegten Bestandsaufnahme zählt das Max-Planck-Institut für Bildungsforschung nicht mehr zu den wichtigsten Forschungseinrichtungen im Bereich Hochschulforschung, da nach Schließung der Arbeitsbereiche »Erziehungswissenschaft und Bildungssysteme« (Jürgen Baumert) sowie »Bildung, Arbeit und gesellschaftliche Entwicklung« (Karl Ulrich Mayer)[20] zentrale Säulen der Hochschulforschung weggebrochen sind. Die Forschungseinrichtung der Bundesagentur für Arbeit, das Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB)[21] und auch das Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB)[22] behandeln zwar peripher Themen der Hochschulforschung, sie gehören aber nicht zu ihren Kerninstitutionen.

Aufgrund neuerer Entwicklungen innerhalb der Hochschul- und Wissenschaftsforschung sind folgende Institute nicht mehr eindeutig einer der beiden Disziplinen zuzuordnen. Sie besetzen die Schnittstelle und gehören zu den einflussreichsten und forschungsstärksten Einrichtungen im Feld. Das Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB) verfügt über den Forschungsschwerpunkt »Bildung, Arbeit und Lebenschancen« und die

---

13 Nach Auflösung des Instituts für Wissenschafts- und Technikforschung und der damit einhergehenden Einstellung des Masterstudiengangs »History, Philosophy, and Sociology of Science« an der Universität Bielefeld wechselten einige Mitarbeiter an das I²SoS.

14 Universität Bielefeld, I²SoS, 23.02.2018, https://www.uni-bielefeld.de/(en)/i2sos/.

15 Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, 23.02.2018, https://www.stifterverband.org.

16 Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, 23.02.2018, https://www.mpiwg-berlin.mpg.de/de/.

17 TU München, *Munich Center for Technology and Society*, 23.02.2018, https://www.mcts.tum.de/startseite/.

18 Universität Bonn, Forum Internationale Wissenschaft, 23.02.2018, https://www.fiw.uni-bonn.de/willkommen.

19 ISI, 23.02.2018, http://www.isi.fraunhofer.de/isi-de/.

20 Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, 23.02.2018, https://www.mpib-berlin.mpg.de/de/forschung/beendete-bereiche.

21 Bundesagentur für Arbeit, IAB, 23.02.2018, http://www.iab.de.

22 BIBB, 23.02.2018, https://www.bibb.de.

Forschungsgruppe »Wissenschaftspolitik«.[23] Das *International Centre for Higher Education and Research* (INCHER)[24] ist eine Forschungseinrichtung der Universität Kassel und betreibt Forschung zwischen Hochschul- und Wissenschaftsforschung. Hierzu gehören beispielsweise Projekte zum wissenschaftlichen Wandel oder Studierenden und Hochschulabsolventen. Das Deutsche Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung (DZHW)[25] in Hannover (ehemals Hochschul-Informations-System GmbH) führt ähnlich dem Profil des INCHER Forschung in beiden Teilbereichen durch, allerdings mit einem stärkeren Anwendungsbezug. Hinzu kommen forschungsbasierte Dienstleistungen für die Hochschul- und Wissenschaftspolitik. Gemeinsam mit dem Institut für Soziologie an der Leibniz Universität Hannover wird der Masterstudiengang »Wissenschaft und Gesellschaft«[26] betrieben. Im April 2016 wurde das Leibniz Forschungszentrum Wissenschaft und Gesellschaft (LCSS)[27] – nicht zu verwechseln mit den Instituten, die Teil der Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz sind – eingerichtet. Es macht sich zur Aufgabe einen zentralen Ort für die Hochschul- und Wissenschaftsforschung zu schaffen. Durch eine enge Kooperation mit dem im gleichen Ort ansässigen DZHW und dem Masterstudiengang »Wissenschaft und Gesellschaft« wurde bereits ein starker Standort für die Integration beider Felder in Deutschland geschaffen. Das ehemalige Institut für Forschungsinformation und Qualitätssicherung (iFQ)[28], mit seinem Schwerpunkt Wissenschaftsforschung wurde am 1. Januar 2016 als zweite Abteilung »Forschungssystem und Wissenschaftsdynamik« in das DZHW integriert, behält aber seinen Dienstort in Berlin bei. Zusammen mit der HU Berlin wird der Masterstudiengang »Wissenschaftsforschung«[29] angeboten.

Die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses erfolgt meist in interdisziplinär ausgerichteten und anwendungsbezogenen Masterstudiengängen. Zur Zeit listet das Bundesministerium für Bildung und Forschung

---

23 WZB, 23.02.2018, https://www.wzb.eu/de.

24 Universität Kassel, INCHER, 23.02.2018, https://www.uni-kassel.de/einrichtungen/incher/.

25 DZHW, 23.02.2018, http://www.dzhw.eu.

26 Leibniz Universität Hannover, Masterstudiengang »Wissenschaft und Gesellschaft«, 23.02.2018, https://www.wisges.uni-hannover.de.

27 Leibniz Universität Hannover, LCSS, 23.02.2018, https://www.lcss.uni-hannover.de.

28 iFQ, 23.02.2018, http://www.forschungsinfo.de.

29 HU Berlin, Masterstudiengang »Wissenschaftsforschung«, 23.02.2018, https://www.sowi.hu-berlin.de/de/lehrbereiche/wissenschaftsforschung/go.

(BMBF) sechs weitere Studiengänge neben denen in Berlin und Hannover auf diesem Gebiet auf.[30]

Die institutionelle Differenzierung der Hochschul- und Wissenschaftsforschung wird auch durch die Analyse der vorhandenen Fachgesellschaften deutlich. Die Hochschulforscherinnen und -forscher sind vornehmlich in der »Gesellschaft für Hochschulforschung« (GfHf)[31], die Wissenschaftsforscherinnen und -forscher in der »Gesellschaft für Wissenschafts- und Technikforschung« (GWTF) organisiert. Neben den beiden großen Fachgesellschaften gibt es eine kleine Zahl weiterer Fachgesellschaften, wie die »Sektion Wissenschafts- und Technikforschung der Deutschen Gesellschaft für Soziologie«[32], das *Interdisciplinary Network for Studies Investigating Science and Technology* (INSIST)[33] und die »Gesellschaft für Empirische Bildungsforschung« (GEBF)[34]. Allerdings fand im Jahr 2015 eine gemeinsame *Summer School* »Quo vadis wissenschaftliche Qualität« zur Vernetzung der Hochschul- und Wissenschaftsforschung an der HU Berlin statt. Bei dieser erstmalig veranstalteten Tagung konnte die Autorin dieser Arbeit einen guten Überblick über den Grad der Vernetzung der Hochschul- und Wissenschaftsforschung in Deutschland gewinnen. Aus dem im Mai 2017 organisierten Workshop »Wissenschafts- und Hochschulforschung: Ansatzpunkte für eine interdisziplinäre Forschungsagenda« im Tagungszentrum Schloss Herrenhausen in Hannover ist der neu gegründete »Arbeitskreis Wissenschafts- und Hochschulforschung« (https://akwiho.wordpress.com) hervorgegangen.

Es wurde deutlich, dass zwar noch großer Diskussionsbedarf über die Zukunft der Ausgestaltung der Forschung und der Kooperation beider Felder gibt, aber eine erste Annährung bereits stattgefunden hat. Die an beiden Veranstaltungen anwesenden Experten aus beiden Feldern haben die Wich-

---

30 »Bildungs- und Wissenschaftsmanagement« an der Universität in Oldenburg, »Europäische Forschungs-, Hochschul- und Innovationsgovernance« an der Universität Magdeburg, »Higher Education« an der Universität Hamburg, »Hochschul- und Wissenschaftsmanagement« – MBA an der Hochschule Osnabrück, »Science and Technology Studies« an der TU München und »Wissenschaftsmanagement - MPA« an der Deutschen Universität für Verwaltungswissenschaften in Speyer. BMBF, Wissenschafts- und Hochschulforschung, 23.02.2018, http://www.wihoforschung.de/de/studiengaenge-im-inland-623.php.

31 GfHf, 23.02.2018, http://www.gfhf.net.

32 DGS, Sektion Wissenschafts- und Technikforschung, 23.02.2018, http://www.sozio logie.de/de/sektionen/sektionen/wissenschafts-und-technikforschung /home.html.

33 INSIST, 23.02.2018, https://insist-network.com.

34 GEBF, 23.02.2018, https://www.gebf-ev.de.

tigkeit der Zusammenarbeit betont und Erkenntnisse aus ihrem Forschungsalltag berichtet. Bei der Beobachtung informeller Gespräche des wissenschaftlichen Nachwuchses wurde deutlich, dass große Unwissenheit und Unsicherheit darüber besteht, welche Einrichtungen für die eigene wissenschaftliche Weiterentwicklung wichtig sind und wo bereits Vernetzungsangebote, beispielsweise durch die Einrichtungen der Nachwuchsgruppen der GfHf und INSIST, bestehen. Diese neueren Entwicklungen der Hochschul- und Wissenschaftsforschung in Deutschland, wie die Zusammenführung von Instituten, die gemeinsame Organisation von Studienprogrammen und Konferenzen zeigen eine voranschreitende Verzweigung beider Bereiche, die von den Mitgliedern der wissenschaftlichen Gemeinschaft ausdrücklich gewünscht und gefordert wird. Sie sehen sich eher als starke Partner, die eine Zusammenarbeit anstreben und weniger als miteinander konkurrierende Felder.

2.2 Auf dem Weg in die Wissensgesellschaft: Die Sonderstellung wissenschaftlichen Wissens

Gegen Ende des 20. Jahrhunderts kam es zu einem Wandel der Gesellschaft von der Industrie- zur sogenannten Wissensgesellschaft. Der Begriff Wissensgesellschaft geht auf den amerikanischen Politikwissenschaftler Robert E. Lane zurück, der als Erster von einer *knowledgeable society* sprach, die sich durch das Vorhandensein von viel Wissen, das von vielen Menschen angemessen genutzt wird, auszeichnet (Lane 1966: 650). Anfang der 1970er Jahre definierte Daniel Bell die *knowledge society* als Ort theoretischen Wissens. Er betonte die Bedeutung von Wissenschaft und Technologie als Innovationsquellen und die Wichtigkeit des Ausbildungs- und Forschungssektors (Bell 1973: 37; 213). Nico Stehr ging mit seiner Definition der Wissensgesellschaft noch einen Schritt weiter und behauptet, dass es zu einer Verdrängung anderer Wissensformen durch wissenschaftliches Wissen kommt (Stehr 1994: 36f.). Es nimmt gegenüber anderen Wissensformen eine Sonderstellung ein und gilt als wahr, universell, unabhängig und verändert sich im Zeitverlauf. Somit kommt es auch zu einer Veränderung dessen, was als »wahr« gilt – Zweifel am Wahrheitscharakter wissenschaftlichen Wissens werden schon durch einen einfachen Blick in die Geschichte der Wissenschaft selbst geweckt (Weingart 2013 [2003]). Im Gegensatz zur Industriegesellschaft, die

sich durch das Eigentum an Produktionsmitteln auszeichnet, tritt in der Wissensgesellschaft das wissenschaftliche Wissen hinsichtlich seiner gesellschaftlichen Funktion und Bedeutung an die Stelle materieller Produktionsmittel (Weingart 2001: 14).

»Die Etablierung der Wissenschaft in ihrer modernen Form als eine zentrale Institution der Gesellschaft hat einen Optimismus begründet, dessen vorläufiger Höhepunkt in der seit einiger Zeit eingeführten Charakterisierung der Gesellschaft als ›Wissensgesellschaft‹ zum Ausdruck kommt.« (Weingart 2013 [2003]: 8)

In modernen Gesellschaften nimmt wissenschaftliches Wissen einen immer größeren Raum ein. Man könnte auch von einer »Verwissenschaftlichung« der Gesellschaft sprechen, da nahezu alle Handlungsbereiche (Wirtschaft, Politik, Gesundheit, Familie) mehr oder weniger wissensbasiert sind – Wissenschaft und Gesellschaft können nicht mehr getrennt voneinander betrachtet werden (Stehr 1994: 36ff.). Allgemein lassen sich aus historischer Perspektive drei große Phasen der Verwissenschaftlichung unterscheiden (Weingart 2001: 24ff.):

1. *17. Jahrhundert*: Entstehung der modernen Wissenschaft, die versucht sich mit Hilfe theoretisch begründeter Praxis gegenüber den vorherrschenden Wissensformen – Handwerk und scholastische Gelehrsamkeit – zu legitimieren.
2. Ende des *18.Jahrhunderts*: Differenzierung der Wissenschaft in Disziplinen. Sie werden im *19. Jahrhundert* zur Grundlage der Ausdifferenzierung der Wissenschaft. Das Labor als zentraler Ort der Produktion wissenschaftlichen Wissens rückt in den Vordergrund.
3. Mitte des *20. Jahrhunderts*: Abwendung von den Laborstudien und der in ihr stattfindenden Normierung der Natur. Es kommt zu einer epistemischen und institutionellen Veränderung der Wissenschaft. Die Grenze zwischen Grundlagenforschung und anwendungsbezogener FuE wird aufgehoben.

Zwar besteht weiterhin großes Vertrauen in das institutionalisierte Wissenschaftssystem, aber die Qualität wissenschaftlichen Wissens wird zunehmend skeptisch betrachtet und in Frage gestellt (Merton 1973b [1942]). *Getting into Print* (Powell 1985; Abschnitt 1.4) kann als Metapher verwendet werden, um bedeutende Entdeckungen zu umschreiben (Merton 1957: 655). Aus diesem Grund rückt die Wissenschaft und das in ihr produzierte Wissen – in dieser Arbeit betrachtet in Form von Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriftenartikeln – ins Zentrum soziologischer Analysen. Die

Wissenschaftssoziologie im Besonderen geht davon aus, dass »Wissenschaft ein Teil von Gesellschaft und die Produktion wissenschaftlichen Wissens ein besonderer Typus sozialen Handelns oder der Kommunikation ist.« (Weingart 2013 [2003]: 12)

Wissenssoziologische Ansätze (siehe beispielsweise Berger/Luckmann 2013 [1969]) unterstellen, dass wissenschaftliches Wissen konstruiert ist. Innerhalb dieser Arbeit kann die Mikroebene einzelner Organisationen allerdings nicht betrachtet werden, da Autoren einzelner Zeitschriftenaufsätze nicht untersucht wurden. Forschungskooperationen zwischen einzelnen Autoren, Einzelorganisationen und verschiedenen Organisationsformen sind allerdings komplexe Gebilde. Status und Reputation spielen eine große Rolle, da Wissenschaft in sozialen Settings stattfindet. Bestimmte Organisationsformen verteilen beispielsweise ihre Ressourcen anders und stellen unterschiedliche Forschungsbedingungen für Wissenschaftler bereit. Im Aggregat der Organisationsformen können in dieser Arbeit Aussagen getroffen werden, welche Formen mehr oder weniger Wissenschaft produzieren (Kapitel 9). Jedoch wurde erst mit der Festlegung des Labors – eine von vielen Organisationsformen in der Wissenschaft produziert wird – als zentraler Ort für die Analyse (natur-)wissenschaftlicher Wissensproduktion (Knorr-Cetina 1981, 2002 [1999]) in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts aufgezeigt, warum wissenschaftliches Wissen konstruiert ist. Die epistemische Besonderheit des Labors als zentrale Institution der Forschung wurde begründet. In ihm finden Kämpfe um Ressourcen, Reputation und Ausbeutung statt. Durch die Verlagerung der Forschung in das Labor, frei von Umwelteinflüssen, wird eine neue Qualität der Forschung erreicht, in dem Forschungsvorhaben beliebig oft wiederholt, variiert und reproduziert werden können. Entgegen der von Peter Weingart aufgestellten These, dass Wissenschaft und Gesellschaft nicht mehr voneinander getrennt betrachtet werden können, ging Knorr-Cetina davon aus, dass genau diese Trennung erzeugt werden muss, um wissenschaftliches Wissen zu produzieren. Es kommt zur Konstruktion wissenschaftlichen Wissens im Labor, da die in der Forschung erzeugten Ergebnisse nicht als Beschreibung der Natur angesehen werden können, sondern in einem künstlichen Umfeld unter bestimmten Bedingungen erzeugt wurden (Knorr-Cetina 1981).

»Die Laborstudien wollen […] zur Entzauberung der Wissenschaft beitragen und auf diesem Weg den epistemischen und gesellschaftlichen Sonderstatus wissenschaftlichen Wissens bestreiten. Deshalb ziehen sie aus den empirischen Befunden die weitreichende epistemologische Folgerung, wissenschaftliche Erkenntnispro-

duktion und das durch sie produzierte Wissen unterscheide sich grundsätzlich nicht von Alltagswissen.« (Weingart 2013 [2003]: 70)

Diese Aussage wiederspricht jedoch völlig dem spezifischen Charakter der wissenschaftlichen Gemeinschaft. Besonders das institutionalisierte Prozedere des Forschungsprozesses selbst und die daran anschließende Kommunikation wissenschaftlichen Wissens in Form von Publikationen in Fachzeitschriften zeichnet die Besonderheit wissenschaftlichen Wissens und ihre Abgrenzung vom Alltagswissen aus. Erst im Anschluss kann Objektivität hergestellt werden.

2.3 Die Entstehung der Wissenschaft als soziale Institution

Die wissenschaftliche Gemeinschaft (*scientific community*) (Kuhn 2014 [1962]) wird als Grundeinheit des Wissenschaftssystems bezeichnet. Es wird davon ausgegangen, dass Wissenschaft nicht nur isoliert von Einzelforschern betrieben wird, sondern eine soziale Aktivität ist, »die in unterschiedlichen sozialen Einheiten unterschiedlicher Größe […] stattfindet.« (Felt u.a. 1995: 57) Die Frage, was Wissenschaftler dazu motiviert zusammenzuarbeiten und beispielsweise gemeinsam Zeitschriftenartikel in Fachzeitschriften zu veröffentlichen, hat bereits die Anfänge der Wissenschaftssoziologie beschäftigt. Sie ist Teil der Erforschung des eben beschriebenen sozialen Prozesses. Allerdings ist einzuwenden, dass bisher wenige empirische Studien zu formellen und informellen Beziehungen zwischen Kooperationspartnern durchgeführt wurden (Kapitel 3 und 10).

Als Gründervater der Wissenschaftssoziologie gilt der amerikanische Soziologe Robert K. Merton (1910–2003). Als einer der ersten betrachtete er die Wissenschaft als soziales System, in der Wissenschaftler gemeinsam in einer wissenschaftlichen Gemeinschaft agieren (Felt u.a. 1995: 59). In seinen zahlreichen Arbeiten ging er der Frage nach, welche spezifischen institutionellen Gegebenheiten innerhalb einer Gesellschaft vorherrschen müssen, um Wissenschaft als Institution entstehen zu lassen (Weingart 2013 [2003]: 16). Ausgangspunkt von Mertons Überlegungen war Max Webers These, dass der Wert wissenschaftlicher Wahrheit ein Produkt bestimmter Kulturen und nicht naturgegeben sei (Weingart 2001: 36; Weber 2002 [1919]). Laut Merton ist eine nachhaltige Entwicklung der Wissenschaft nur in Gesellschaften mit einer demokratischen Ordnung möglich, die das Ethos

der Wissenschaft integriert hat. Durch seine Beschreibung des »wissenschaftlichen Ethos«, das heißt institutioneller Imperative der Wissenschaft, gleichbedeutend mit Prinzipien und Normen wissenschaftlicher Kommunikation, versuchte Merton zu beschreiben, inwiefern wissenschaftliches Wissen eine Sonderstellung im Vergleich zu anderen Wissensformen (Abschnitt 2.2) einnimmt. In seinem Aufsatz *Science and Technology in a Democratic Order* (1973b [1942]) wurden vier Werte und Normen wissenschaftlicher Kommunikation formuliert, abgeleitet von den Zielen und Methoden der Wissenschaft.

»An examination of the ethos of modern science is only a limited introduction to a larger problem: the comparative study of the institutional structure of science.« (Merton 1973b [1942]: 269)

Sie werden ausgedrückt in Form von Vorschriften, Verboten, Vorlieben und Befugnissen, die bestimmen, was als wissenschaftlich gilt. Diese institutionalisierten Werte und Normen werden von Wissenschaftlern unterschiedlich stark internalisiert, vermittelt durch Prinzipien und Beispiele und sie werden durch Sanktionen verstärkt – sie prägen den wissenschaftlichen Geist und binden einzelne Wissenschaftler aneinander. Jedoch werden die institutionellen Imperative nicht systematisch in Form von Gesetzen erfasst, ihre Auslegung liegt in der Hand der Wissenschaftler selbst.

1. *Universalismus*: Die Bewertung wissenschaftlicher Forschung soll unabhängig von persönlichen und sozialen Merkmalen eines Wissenschaftlers erfolgen. Rasse, Nationalität, Religion, soziale Klassenzugehörigkeit oder persönliche Qualitäten dürfen nicht zur Annahme oder Ablehnung von Forschungsergebnissen herangezogen werden.
2. *Kommunismus*: Die Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung gelten als Produkt kooperativer Forschungsarbeit und sollen grundsätzlich allen Mitgliedern der Gemeinschaft uneingeschränkt zur Verfügung stehen. Es besteht die Pflicht zur Veröffentlichung von Ergebnissen. Das Besitzrecht (intellektuelles Eigentum) an diesen Ergebnissen bezieht sich ausschließlich auf Anerkennung und Wertschätzung innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft.
3. *Uneigennützigkeit (Desinteresse)*: Wissenschaft ist gekennzeichnet durch echte Leidenschaft, wissenschaftliche Erkenntnisse zu erlangen, pure Neugier und einer altruistischen Sorge um das Wohlergehen der Menschheit. Sie erfordert Objektivität und Desinteresse an den Forschungsergeb-

nissen (öffentlicher und überprüfbarer Charakter der Wissenschaft), unabhängig von ihrem Prestige.

4. *Organisierter Skeptizismus*: Dieser ist ein methodologisches und institutionelles Mandat der Wissenschaft. Ein endgültiges Urteil soll erst nach einer genauen Überprüfung der Fakten auf Basis empirischer und logischer Kriterien erfolgen.

Das hier vorgestellte Ethos der Wissenschaft und die Beschreibung des Handelns von Wissenschaftlern gilt heute weitestgehend als überholt (Felt u.a. 1995: 61ff.). Es wird davon ausgegangen, dass sich die Wissenschaft an sich und auch die leitenden Normen der im System arbeitenden Wissenschaftler gewandelt haben. Jedoch bezeichnet es immer noch die idealtypischen Bedingungen wissenschaftlicher Kommunikation und die Voraussetzungen, wie es zur Produktion gesicherten Wissens kommen kann (Weingart 2013 [2003]: 30). Neuere Papiere zur Beschreibung bestimmter Verhaltensregeln von Wissenschaftlern wurden von der DFG (2013 [1998]) und der Max-Planck-Gesellschaft (2000 [1997]) im Zuge der Diskussion um Betrugsfälle in der Forschung in den späten 1990er Jahren herausgegeben (Weingart 2001: 39). Ein Bezug auf Mertons Werte und Normen guter wissenschaftlicher Praxis wird in beiden Dokumenten deutlich. Bei Nichteinhaltung der festgelegten Regeln drohen Sanktionen.

Das Interesse der Wissenschaftler an Priorität bleibt ambivalent. Dieses Bedürfnis wird nicht nur durch sein Engagement für die Forschung begründet, sondern auch durch die Institution an sich erzeugt. Das Belohnungssystem der Wissenschaft beeinflusst die Struktur der Wissenschaft durch eine ungleiche Verteilung von Chancen und ungleichem Zugang zu (finanziellen) Ressourcen zur Produktion wissenschaftlichen Wissens. Hervorragende Wissenschaftler mit hoher Reputation erhalten überproportional mehr Anerkennung für ihre wissenschaftliche Leistung als junge Wissenschaftler, oder jene mit geringerer Reputation. Dieser Effekt wurde von Merton (1968; 1988) als Matthäus-Effekt beschrieben. Besonders deutlich wird dies, wenn das Originalitätsgebot der Wissenschaft als Erklärungsfaktor herangezogen wird. Nur neues Wissen zählt, für bereits bekanntes Wissen gibt es keine Anerkennung (Kuhn 2014 [1962]). Als zentraler Steuerungsmechanismus wissenschaftlicher Kommunikation greift das Peer-Review-Verfahren – die Beurteilung wissenschaftlicher Arbeiten vor der Veröffentlichung durch Fachkollegen (Abschnitt 1.3). Es gilt als zentraler Entscheidungsmechanismus über das Erscheinen neuen Wissens und die Verteilung von Ressourcen. Erst publizierte und öffentlich zugängliche wis-

senschaftliche Arbeiten (Zeitschriftenartikel, Monographien, Sammelbände) gehen in den Kanon wissenschaftlichen Wissens ein und werden somit von außen legitimiert (Merton 1957: 655; Merton 1988: 620).

Die absolute Anzahl an Zeitschriftenartikeln, die Wissenschaftler im Verlauf ihrer Karriere publizieren, schwankt enorm. Anknüpfend an den von Merton beschriebenen Matthäus-Effekt bildet Alfred J. Lotkas Häufigkeitsverteilung wissenschaftlicher Produktivität die stabile Sozialstruktur der Wissenschaft und das in ihr herrschende Belohnungssystem sehr gut ab, wenn angenommen wird, dass auch denjenigen Wissenschaftlern, die am produktivsten sind, die größte Reputation zuteil wird (Weingart 2013 [2003]: 26). Lotka (1926) geht davon aus, dass sich die Zahl der Autoren, die n Artikel produzieren, umgekehrt proportional zu n^2 aller publizierender Autoren verhält. Die Verteilung folgt somit einer Potenzfunktion: viele Autoren publizieren wenig, aber nur wenige viel (Cole/Cole 1973). Es herrscht also eine große Ungleichheit unter Wissenschaftlern (Allison 1980): Im Durchschnitt publiziert ein Wissenschaftler im Verlauf seiner Karriere drei bis sechs Artikel. Lediglich ein Prozent aller Wissenschaftler publizieren mehr als zehn und nur die erfolgreichsten schaffen es, 40 oder mehr Artikel pro Jahr zu veröffentlichen (Zuckerman 1988: 528). In vielen Fachbereichen erfolgt die Verbreitung wissenschaftlichen Wissens jedoch nicht nur über die Publikation von Zeitschriftenartikeln. Konferenzbeiträge, Monografien, Beiträge in Sammelbänden, Berichte, Patente und viele andere Formen wissenschaftlichen Outputs werden in dieser Arbeit allerdings nicht berücksichtigt, da Zeitschriftenartikel in den STEM+-Fächern, neben Patenten, die wichtigste Form zur Distribution wissenschaftlichen Wissens sind.

Der seit 1901 vergebene Nobelpreis gilt als prestigeträchtigster Preis, der innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft vergeben wird. Er zeichnet herausragende Wissenschaftler aus, die auf ihrem Gebiet substantielle Entdeckungen[35] gemacht haben. Er gilt somit als guter Gradmesser für wissenschaftliche Leistungsfähigkeit (Hurley 1997). Einschränkend ist anzumerken, dass dieser Preis lediglich in Forschungsfeldern der Naturwissenschaften (Chemie, Physik), Medizin und Literatur vergeben wird. Der wohl

35 Entdeckungen gelten als wichtiges Event und anzustrebendes Ziel für (Natur-) Wissenschaftler. Sie stehen im engen Zusammenhang mit Prestige und ihre Wurzeln reichen zurück bis in die wissenschaftliche Gemeinschaft. Entdeckungen gelten als guter Gradmesser für wissenschaftlichen Fortschritt, jedoch ist es nicht einfach den genauen Zeitpunkt zu bestimmen, wann eine Entdeckung gemacht wurde. Es handelt sich um einen zeitlichen Prozess, der viele Wissenschaftler umfasst und kann meist nicht auf eine Einzelperson zurückgeführt werden (Kuhn 1962).

berühmteste, Friedensnobelpreis, wird für außergewöhnliche Friedensbemühungen, Konfliktlösungen oder den besonderen Einsatz zur Einhaltung der Menschenrechte verliehen. Seit 1968 werden zusätzlich herausragende Arbeiten in den Wirtschaftswissenschaften geehrt (www.nobelprize.org). In ihrer Studie zum wissenschaftlichen Belohnungssystem haben Cole und Cole (1967) die Publikationsaktivität von Nobelpreisgewinnern mit Wisenschaftlern, die diesen Preis nicht bekommen haben, verglichen. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass Preisträger im Durchschnitt 58 Publikationen vorzuweisen haben, andere Wissenschaftler im Vergleich lediglich 5,5. Dieser Befund deckt sich mit Zuckermans (1988) Aussage, dass lediglich die herausragendsten Wissenschaftler extrem produktiv in Bezug auf wissenschaftliche Veröffentlichungen sind.

2.4 Little Science, Big Science: Von der Studierstube zur Großforschung

In modernen Wissensgesellschaften steigen die Geschwindigkeit und das Volumen der Informationsverarbeitung immer weiter an – die Wissenschaft kann als am schnellsten wachsendes Teilsystem der Gesellschaft bezeichnet werden. Seit mehr als 300 Jahren investieren moderne Gesellschaften den Großteil ihrer Ressourcen auf die auf Erkenntnisgewinn spezialisierten Institutionen der Wissenschaft (Universitäten und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen). Ob diese Aussage zutrifft und wie viel einzelne Gesellschaften in FuE investieren, wird in Kapitel 7 für die wichtigsten Hochschul- und Wissenschaftssysteme weltweit überprüft. Diese Entwicklung ist natürlich nur handhabbar, wenn entsprechende Infrastrukturen entwickelt werden. Folglich haben die mit dem Begriff der Wissensgesellschaft umschriebenen Veränderungen einen Einfluss auf die Wissenschaft an sich (Weingart 2001: 17; 87). Die wahrscheinlich bedeutendste Veränderung der Wissenschaft wurde bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts sichtbar: ihr außerordentliches Wachstum (Felt u.a. 1995: 43f.).

2.4.1 Die Zahl der Publikationen als Indikator zur quantitativen Vermessung der Wissenschaft

Um das schnelle Wachstum der Wissenschaft, die Veränderung der Rolle wissenschaftlicher Publikationen und die Entwicklung wissenschaftlicher Organisationen zu untersuchen, müssen empirische Methoden herangezogen werden. Derek J. de Solla Price (1922–1983) ging davon aus, dass man zur Erfassung der Wissenschaft in Zahlen mit denselben Methoden messen muss, mit denen die Wissenschaft selbst vorgeht (de Solla Price 1974 [1963]: 8f.). Auf der Suche nach Einheiten, die die Wissenschaft angemessen repräsentieren und quantitativ erfassbar machen, müssen theoretisch begründete Einheiten (Indikatoren) definiert werden, die »für die Sache selbst« stehen (Weingart 2013 [2003]: 32). Als wichtigste Indikatoren zur quantitativen Vermessung der Wissenschaft wurden Publikationen und Zitationen identifiziert (de Solla Price 1961).

> »Die *Zahl der Publikationen* indiziert, ebenso wie ihr Aggregat, die Zahl der Fachzeitschriften, das Volumen der Wissenschaft (genau genommen, die Menge an kommunizierten Forschungsergebnissen) bzw. die ›Aktivität‹ der Wissenschaftler. Die *Zahl der Zitate* indiziert die Aufmerksamkeit für Forschungsergebnisse (zustimmend oder kritisch) und insofern deren Bedeutung für den Fortgang des Forschungsprozesses. Sie wird als gleichbedeutend mit Anerkennung gewertet, was dem Mechanismus der Belohnung durch Zuweisung von Reputation entspricht.« (Weingart 2013 [2003]: 34)

In dieser Arbeit liegt der Fokus auf der Untersuchung wissenschaftlicher Zeitschriftenartikel, da diese seit den Anfängen der modernen Wissenschaft im 17. Jahrhundert als zentrales Produkt wissenschaftlicher Arbeit gelten und in ihrer Grundform seit Beginn des 19. Jahrhunderts unverändert geblieben sind. Für eine Betrachtung eines langen historischen Zeitraums (1900–2010), wie er in dieser Arbeit angestrebt wird, ist es wichtig, einen Indikator zu wählen, der über den gesamten Beobachtungszeitraum stabil geblieben und auch im empirischen Material verfügbar ist (Kapitel 6). Die Ergebnisse der Forschung werden zwischen den Mitgliedern der wissenschaftlichen Gemeinschaft mit Hilfe von Publikationen verbreitet und diskutiert. Wie bereits dargelegt zählt nur bereits publiziertes Wissen als wissenschaftliches Wissen. Der wissenschaftliche Zeitschriftenartikel ist außerdem ein Zeichen wissenschaftlicher Aktivität und somit ein guter Indikator für das Volumen wissenschaftlichen Wissens (Weingart 2013 [2003]: 33).

Neben den klassischen bibliometrischen Indikatoren (Publikationen, Zitationen, Impact-Faktor) sind weitere Indikatoren geeignet, um das

Wachstum der Wissenschaft umfassend untersuchen zu können, die in dieser Arbeit nur am Rande betrachtet werden können: Institutionelle (Zahl der Universitäten, Forschungsinstitute), personelle (Zahl der Wissenschaftler), oder finanzielle (Ausgaben für FuE in Prozent des Bruttoinlandsprodukts (BIP)). Es ist jedoch nicht von der Hand zu weisen, dass zwischen allen Indikatoren Zusammenhänge bestehen (Weingart 2013 [2003]: 34). Allerdings ist es nicht möglich Aussagen über die Qualität der Forschung oder eines einzelnen Forschungsartikels zu treffen. Es besteht kein Zusammenhang zwischen der Anzahl der Zeitschriftenartikel und der Anzahl der Wissenschaftler sowie der wissenschaftlichen Qualität ihrer Forschung (de Solla Price 1961: 105).

2.4.2 Das exponentielle Wachstum wissenschaftlicher Literatur

Die Gegenwartskonzentration der Wissenschaft kann damit begründet werden, dass 80 bis 90 Prozent aller Wissenschaftler, die je gelebt haben, heute leben. Passend hierzu wurde folgender Satz geprägt, der auf Isaac Newton zurückzuführen ist und von Robert K. Merton (1983 [1965]: 13) weiter untersucht wurde: »Wenn ich weiter gesehen habe als andere, so deshalb, weil ich auf den Schultern von Riesen stehe.« De Solla Price (1961) hat beschrieben, dass sich das moderne Wissenschaftssystem bereits im 17. Jahrhundert etabliert hat und in Newtons Arbeiten bereits präsent war. Es kam zu einer sogenannten wissenschaftlichen Revolution (Kuhn 2014 [1962]). Heute ist unser tägliches Leben von der Wissenschaft fast vollständig durchdrungen. Newtons Ausdruck zeigt auch, dass sich der Charakter der Wissenschaft im Laufe der Zeit stark verändert hat. Wir fragen nicht mehr nur nach dem *wie*, sondern nach dem *warum*. Es geht nicht ausschließlich um die reine Erzeugung neuen Wissens, seines Volumens und Wachstums, sondern auch um die Diskussion, welcher finanzielle und personelle Aufwand betrieben werden muss, um Wissen zu erzeugen (de Solla Price 1961; 1974 [1963]). Ein neues Zeitalter der Wissenschaft ist angebrochen, das der Großforschung oder auch *Big Science*.

> »Big Science ist so neu, daß sich viele von uns ihrer Anfänge erinnern. Big Science ist so groß, daß sich viele von uns vor den Ausmaßen des Monsters, das wir geschaffen haben, zu fürchten beginnen. Big Science ist so anders als alles Frühere, daß eine Betrachtung der ›Little Science‹, die einst unsere Lebensart war, nur ein wehmütiger Rückblick ist.« (de Solla Price 1974 [1963]: 14)

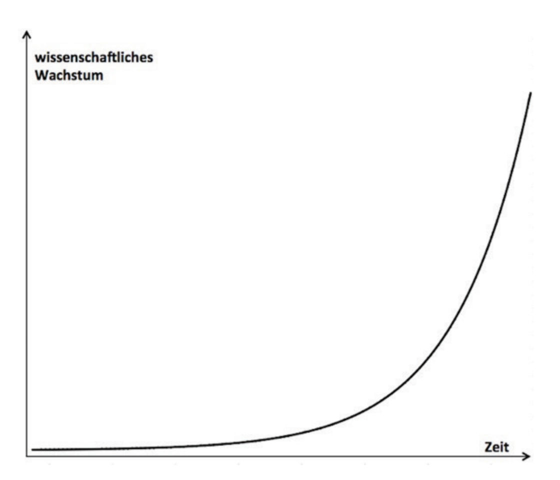
Jedoch kam es nicht zu einem plötzlichen Bruch, sondern zu einem allmählichen Übergang von der *Little Science* zur *Big Science*. Nicht nur das Wachstum der Wissenschaft veränderte sich, sondern mit ihm auch die Organisation der Forschung. Von der einsamen Forschung in der privaten Studierstube, über strukturierte Forschungspraxis im Labor bis hin zur Entstehung von Großforschungseinrichtungen lässt sich der Wandel der Wissenschaft nachzeichnen. Dies hatte natürlich auch strukturelle Konsequenzen: die Organisation der Forschungsteams hat sich verändert, der finanzielle und personelle Aufwand zur Bewältigung der Forschungsaufgaben ist enorm gestiegen und der wissenschaftliche Fortschritt ist immer enger an die technologische Entwicklung geknüpft (Felt u.a. 1995: 48f). *Big Science* Projekte entstanden erst in der Mitte des 20. Jahrhunderts. Als Meilensteine dieser Entwicklung gelten beispielsweise das *Manhattan Project* zum Bau der Atombombe im Zweiten Weltkrieg, der CERN Teilchenbeschleuniger zur Erforschung physikalischer Grundlagen, oder das *Human Brain Project*, um das menschliche Gehirn und seine Mechanismen besser zu verstehen. Sie umfassen nicht nur hunderte Wissenschaftler, die gemeinsam an einem Thema arbeiten. Die oben genannten Projekte zeichnen sich auch dadurch aus, dass sie geografisch weite Gebiete umfassen, der finanzielle Aufwand extrem hoch ist und von mehreren Ländern gemeinsam finanziert wird. Die Großgeräte werden von internationalen und multidisziplinären Forschergruppen (arbeitsteilig) genutzt und der Zeitrahmen für die Projekte umfasst(e) mehrere Jahre. Um solche Mammutprojekte erfolgreich durchzuführen bedarf es nicht nur herausragender Wissenschaftler, sondern auch einer sehr guten Organisation und Koordination der zu erledigenden Aufgaben. Zudem rückt die wissenschaftliche Leistung eines einzelnen Forschers in den Hintergrund.

> »Es ist nahezu unmöglich geworden, den Beitrag des bzw. der einzelnen an einem Forschungsergebnis anhand der Publikationen zu rekonstruieren, was in einem Wissenschaftssystem, in dem die wissenschaftliche Reputation von ForscherInnen vor allem durch die Evaluation der Publikationen erfolgt, nicht unproblematisch ist.« (Felt u.a. 1995: 53)

Das empirische Gesetz für das wissenschaftliche Wachstum folgt der einfachen mathematischen Bedingung, »daß zu jeder Zeit die Wachstumsrate proportional der schon erreichten Größe ist – je größer ein Ding, um so schneller sein Wachstum.« (Felt u.a. 1995: 16) Die Kurve verläuft exponentiell (Abbildung 3). De Solla Price ging sogar so weit, einen solchen Verlauf des wissenschaftlichen Wachstums als »Grundgesetz jeder Wissenschafts-

analyse« (Felt u.a. 1995: 17) vorzuschlagen. Hierbei ging er davon aus, dass sich die Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen und der des wissenschaftlichen Personals alle 10 bis 15 Jahre verdoppelt. Somit kann der stetige Übergang der *Little Science* zur *Big Science* zumindest an der Größe gezeigt werden. Er folgt dem exponentiellen Wachstumsgesetz mit den oben genannten Verdoppelungszeiten.

Abbildung 3: Exponentielles Wachstum der Wissenschaft



Quelle: eigene Darstellung

Als Erklärungsfaktor zieht de Solla Price die wissenschaftliche und industrielle Revolution heran. Allerdings fällt es schwer eine klare Differenzierung zwischen der wissenschaftlichen und industriellen Revolution vorzunehmen, da heute alle Bereiche der Gesellschaft von Wissen durchzogen sind und auch die industrielle Revolution mit ihren technischen Entwicklungen auf wissenschaftliches Wissen aufbaut. Eine Interpretation de Solla Prices Argumentation kann bereits aus Robert K. Mertons Dissertation über die Wissenschaftslandschaft Englands des 17. Jahrhunderts (1938a) entnommen werden. Verkürzt dargestellt übertrug Merton den von Max Weber postulierten Zusammenhang zwischen der protestantischen Ethik und dem Geist des Kapitalismus (2004 [1904; 1905]) auf die Wissenschaft. Merton beschrieb den Zusammenhang zwischen den Werten des Protestantismus mit der experimentellen Naturwissenschaft als Voraussetzung zur Begründung der modernen (Natur-)Wissenschaft. Aufbauend auf diese Thesen

kann (wissenschaftliche) Grundlagenforschung von anwendungsbezogener (Industrie-)Forschung unterschieden werden.

Beschreiben möchte ich diesen Zusammenhang anhand eines kleinen Beispiels, der Entwicklung und industriellen Produktion des Edelmetalls Titan. Der Luxemburger Ingenieur und Chemiker Guillaume J. Kroll entwickelte im Jahr 1932 ein Verfahren zur Gewinnung von Titan. Bereits im Jahr 1938 konnte in Luxemburg das erste Titan von der Firma *Cremetal* produziert werden. Geboren wurde Kroll im Sünden Luxemburgs, in Esch-sur-Alzette. Dieser Teil des Landes zeichnet sich heute dadurch aus, Zentrum der Stahlproduktion des weltweit operierenden Unternehmens *ArcelorMittal* zu sein, aber auch als Standort der einzigen Forschungsuniversität des Landes, die erst im Jahr 2003 gegründet und 2015 auf einen Teil der stillgelegten Produktionsstätten zog. Krolls Vater war Ende des 19. Jahrhunderts Geschäftsführer der Firma. Guillaume bekam sein Interesse für Metalle, chemische Prozesse und die industrielle Produktion also bereits in die Wiege gelegt. Nach seinem Abschluss an der Technischen Hochschule in Berlin-Charlottenburg arbeitete Kroll als wissenschaftlicher Assistent am Institut für Metallwissenschaften. 1923 kehrte der talentierte Wissenschaftler zurück nach Luxemburg und richtete sich in der Villa Leclerc im Luxemburger Stadtteil Belair sein eigenes Forschungslabor ein. Dort arbeitete er allein, rund um die Uhr an den dringendsten Forschungsfragen im Bereich der Metallurgie seiner Zeit und machte wichtige Entdeckungen. Zu Zeiten des Zweiten Weltkriegs emigrierte Kroll in die USA und arbeitete dort an verschiedenen Forschungsinstituten und Universitäten. Allerdings verlor er sein US Patent an die *Alien Property Custodian.* In dieser Zeit entstanden rund 50 Entdeckungen, die mit Kroll in Verbindung gebracht werden. 1961 kehrte er nach Europa zurück, wo er nahe Brüssel starb. Guillaume J. Kroll gilt somit als einer der wichtigsten Wissenschaftler Luxemburgs (Foldes 2014).

Bereits Mitte des 17. Jahrhunderts wurden die ersten wissenschaftlichen Akademien (Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina 1652, *The Royal Society* 1660, *Académie des Sciences de l'Institut de France* 1666) gegründet, die die ersten wissenschaftlichen Zeitschriften herausgaben. Als Entscheidungsinstanzen über die Neuheit von Entdeckungen kam den wissenschaftlichen Akademien eine tragende Rolle bei der Beurteilung generierten Wissens zu. Sie lizensierten Forschung, wiederholten Experimente, um die Stabilität erbrachter Ergebnisse zu prüfen und die Autoren als Einzelpersonen traten hinter dem Kollektiv der wissenschaftlichen Gemeinschaft zurück (Weingart 2001: 54; 56f.). Die ursprünglich informellen Treffen

wissenschaftlich interessierter Personen und der Austausch durch regelmäßige schriftliche Kommunikation gelten als Vorläufer der später institutionalisierten Publikationsorgane (Zeitschriften) (Felt u.a. 1995: 36). Somit können drei wichtige Charaktereigenschaften der Wissenschaft identifiziert werden: Öffentlichkeit der Forschung (1), Unvoreingenommenheit (2) und Universalität (3) des Wissens (Weingart 2001: 54; 56f.).

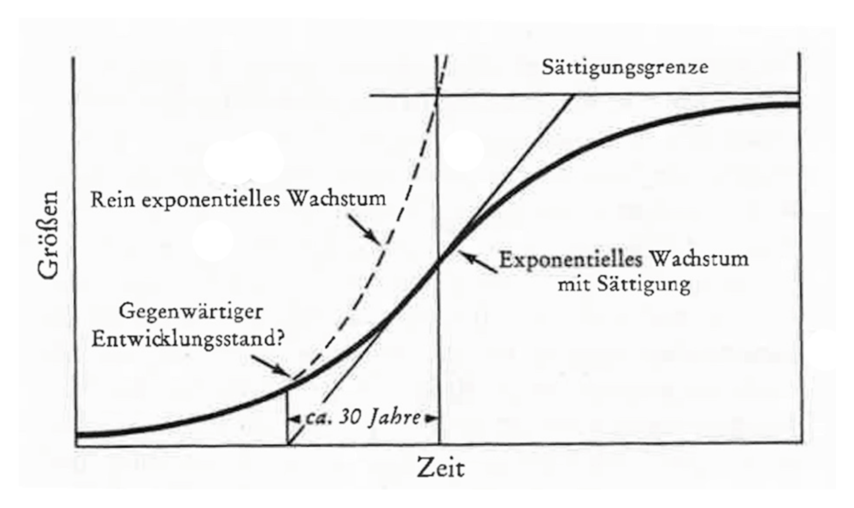
Mit der Herausgabe der ersten Ausgabe der *Philosophical Transactions* begannen Wissenschaftler damit, ihre Forschungsergebnisse in Form von Zeitschriftenartikeln zu veröffentlichen und Urheberrechte zu sichern. Besonders in den Naturwissenschaften verlor die Monographie ihre Bedeutung als wichtigstes Format wissenschaftlicher Publikationen. Dies wird auch deutlich, wenn man den rapiden Anstieg an Zeitschriften im Zeitverlauf betrachtet: zu Beginn des 19. Jahrhunderts existierten ca. 100 Zeitschriften, 1900 waren es bereits 10.000, in den 1960er Jahren 100.000 (de Solla Price 1961: 95f.). Heute werden weltweit ungefähr 1,3 Millionen Zeitschriften[36] herausgegeben – dasselbe Gesetz exponentiellen Wachstums gilt auch für die Anzahl der publizierten Artikel in den Fachzeitschriften (Kapitel 7). Das reine Volumen an Zeitschriften und Artikeln ist exponentiell angestiegen. Allerdings ist das Wachstum der Zeitschriften geringer, als das der in ihnen veröffentlichten Artikel. Die steigende Anzahl an Zeitschriftenartikel wurde über eine Erhöhung des Umfangs der Zeitschriften und einer höheren Anzahl an Ausgaben pro Jahr erzielt (Weingart 2001: 100f.). Dieser massive Anstieg wissenschaftlicher Zeitschriften und der in ihnen publizierten Artikel ist ein klares Zeichen dafür, dass die Wissenschaft weltweit schneller wächst als alles andere, beispielsweise die Bevölkerung oder Wirtschaft. Laut de Solla Price (1961: 96) wurde bereits 1830 der Punkt erreicht, an dem kein Wissenschaftler mehr alle für seinen Fachbereich relevante Literatur im Überblick behalten konnte. Dies hatte tiefgreifende Folgen für die innere Organisationsform der Wissenschaft, ihre Kommunikationsprozesse und Regeln und für ihre gesellschaftliche Umwelt (Weingart 2013 [2003]: 36). Zum einen förderte dies eine selektive Wahrnehmung, das heißt ein Teil des produzierten Wissens bleibt unbeachtet und fällt aus dem Kommunikations-

36 Diese Zahl umfasst alle registrierten Zeitschriften, die im Jahr 2015 vom *International Standard Serial Number (ISSN) International Center* erfasst wurden. Es handelt sich um die vollständigste Datenbank weltweit, die zur Identifikation von fortlaufend erscheinenden Sammelwerken herangezogen werden kann (www.issn.org). Die tatsächliche Anzahl herausgegebener Zeitschriften liegt höher als der hier angegebene Wert, da keine Verpflichtung zur Registrierung besteht.

prozess heraus, wird also nie zitiert (Garfield 1989: 7). Zum anderen kommt es in Folge dieser Selektivität zu einer Innendifferenzierung und Veränderung der Institution der Wissenschaft selbst. Das Wachstum wird eine Grenze erreichen bevor es absurde Züge annimmt und nicht mehr kontrollierbar ist. Unterdessen kommt es zu einer Veränderung der Identität der Wissenschaft (de Solla Price 1961; Weingart 2013 [2003]: 37). Um der schieren Masse an Zeitschriften Einhalt zu bieten, wurden *abstract journals* herausgegeben, deren Aufgabe es ist, Kurzzusammenfassungen von Zeitschriftenartikeln zu sammeln, um den Lesern einen Überblick über für sie relevante Literatur zu geben. Auch dieses Vorgehen wurde ad absurdum geführt, da bereits in den 1950er Jahren ein Punkt erreicht wurde an dem auch die *abstract journals* nicht mehr überblickt werden konnten – Wissenschaftler forderten die Einführung der Abstracts von Abstracts (de Solla Price 1961: 98).

Obwohl das Volumen der Wissenschaft im Zeitverlauf stetig gewachsen ist, kann der Übergang von der *Little Science* zur *Big Science* nicht vollständig erklärt werden. Folglich drängt sich die Frage auf, ob es überhaupt zu einem Wandel der Wissenschaft kam? Wie zu zeigen sein wird, hatten selbst die beiden Weltkriege keinen dauerhaften Einfluss auf das Wachstum der Wissenschaft. Nach einem kurzen Einbruch verlief die Wachstumskurve weiter wie vor den Einschnitten und auch die Art und Weise, wie Wissenschaft publiziert wird, unterscheidet sich nicht (de Solla Price 1974 [1963]: 28ff.). Aus der Darstellung des gigantischen Wachstums wissenschaftlicher Zeitschriften und Zeitschriftenartikel weltweit leitet de Solla Price (1961: 112ff.) ab, dass es zur Jahrtausendwende zwangsweise zu einem langsameren Anstieg des wissenschaftlichen Wachstums kommen müsse bevor es absurde Züge annimmt. Als Begründung führt er an, dass solch ein gigantisches Wachstum – wesentlich größer als das Bevölkerungswachstum oder das Wachstum der Wirtschaft – nicht unendlich weitergehen kann, da schlicht Ressourcen und Wissenschaftler fehlen würden, um Forschung zu betreiben. In einem ersten empirischen Kapitel 7 soll der Frage nachgegangen werden, ob und wann das Wachstum der Wissenschaft abflacht beziehungsweise ein bestimmter Sättigungswert erreicht wird? Zur Beschreibung bedient sich de Solla Price (1961, 1974 [1963]) der mathematischen Darstellung des wissenschaftlichen Wachstums in Form einer logistischen Kurve.

Abbildung 4: Allgemeine Form der logistischen Kurve wissenschaftlichen Wachstums



Quelle: de Solla Price 1974 [1963]: 32; Originalabbildung in de Solla Price 1961: 116

Das zuvor in Abbildung 3 beschriebene exponentielle Wachstum der Wissenschaft beschreibt einen anormalen Zustand, das irgendwann eine Grenze erreicht, an der der Prozess des Wachstums nachlassen oder sogar enden muss. Folgt man der Form der logistischen Kurve (Abbildung 4) verläuft das wissenschaftliche Wachstum zunächst exponentiell. Dieses massive Wachstum wird allerdings nur bis zu einem bestimmten Zeitpunkt anhalten. Ein Wendepunkt wird zu einem (bisher unbekannten) Zeitpunkt erreicht, danach verlangsamt es sich, die Kurve flacht ab. Das Erreichen einer Sättigungsgrenze scheint auch plausibel in Bezug auf die Produktion wissenschaftlicher Zeitschriftenartikel. Die Grenzgröße markiert alt gewordene Wissenschaft. Beispielsweise verändern sich wissenschaftliche Disziplinen, neue Zeitschriften werden herausgegeben, neue Publikationsformen werden eingeführt, oder es ist ein wesentlicher methodischer Fortschritt nötig, um eine neue Stufe der Eskalation (erneuter Anstieg der Kurve) zu erreichen. Aus dieser Beschreibung wurde eine grundlegende Regel für die Analyse der Naturwissenschaften abgeleitet, die im weiteren Verlauf dieser Arbeit überprüft werden soll (Kapitel 7):

»alle die anscheinend exponentiellen Wachstumsgesetze müssen letztlich logistisch werden, und dabei ergibt sich notwendig eine Krisenperiode, die etwa eine Generation vor der Zeit des Wendepunktes beginnt und bis eine Generation danach

dauert. Das Ergebnis der Konflikte am kritischen Punkt ist völlige Reorganisation, heftige Schwankung oder das Ende der Variablen.« (de Solla Price 1974 [1963]: 40f.)

Es kann festgehalten werden, dass der Übergang von der *Little Science* zur *Big Science* einen solchen Wendepunkt markiert. Aus den oben entfalteten theoretischen Überlegungen kann jedoch nicht abschließend abgeleitet werden, ob die Wissenschaft in Folge ihres zeitlich andauernden, jedoch verlangsamten, Wachstums in eine Sättigungsphase übergehen wird (Weingart 2013 [2003]: 38). Aus diesem Grund sollen im weiteren Verlauf Indikatoren miteinander in Beziehung gesetzt werden, um das Wachstum der Wissenschaft von Beginn des 20. Jahrhunderts bis in die Gegenwart zu untersuchen. Frühere Studien zur Analyse des wissenschaftlichen Wachstums kamen bereits zu dem Ergebnis, dass de Solla Prices These nicht haltbar ist (siehe zum Beispiel Cole/Meyer 1985). Der größte Schwachpunkt der meisten neueren Arbeiten ist jedoch, dass sie lediglich einen sehr kurzen und aktuellen Zeitraum der Wissenschaftsgeschichte betrachten und nicht, wie in dieser Arbeit angestrebt, mehr als ein Jahrhundert (1900–2010). Deshalb werden zur Messung des wissenschaftlichen Wachstums Rohdaten aus Thomson Reuters *Web of Science* Datenbank herangezogen, die durch umfangreiche Archivrecherche und manuelle Nachkodierung ergänzt und teilweise erst nutzbar gemacht wurden (Kapitel 6). Die besondere Schwierigkeit liegt darin, dass Zeitschriftenartikel, die vor den 1980er Jahren publiziert wurden, häufig nicht online in den Bibliotheken verfügbar waren und deshalb die gedruckten Originalexemplare in Bibliotheksarchiven händisch durchgegangen werden mussten. Weiterhin ließ de Solla Price außer Acht, dass Output nur ein Indikator wissenschaftlichen Wachstums ist. In ihrem 2003 erschienenen Buch *Science in the Modern World Polity* beschreiben Gili S. Drori und ihre Kollegen John W. Meyer, Francisco O. Ramirez und Evan Schofer, dass weitere Faktoren wie steigende Studierendenzahlen, eine wachsende Anzahl an Wissenschaftlern und natürlich auch die zunehmende Anzahl an Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften die Expansion der Wissenschaft als Institution vorangetrieben haben: Inputfaktoren sollten also nicht gänzlich unberücksichtigt bleiben. Die Autoren sehen umfassende Macht (*broad authority*) als entscheidendes Element der Expansion der Wissenschaft. (Drori u.a. 2003: 3).

Nach der Einbettung in den multidisziplinären Kontext der Arbeit folgt im nächsten Kapitel die Vorstellung des aktuellen Forschungsstands, um die eben getätigten Aussagen mit aktuellen empirischen Studien anzureichern.

3. Aktueller Stand der Forschung

In diesem Kapitel wird der aktuelle Forschungsstand zu den vorhandenen empirischen Studien im Feld aufgearbeitet. Der Fokus liegt hier auf einer Beschreibung der wichtigsten Arbeiten, die sich mit dem Thema Publikationen und publizieren beschäftigen. Da sich diese Arbeit an der Schnittstelle von Hochschul- und Wissenschaftsforschung sowie der Bibliometrie bewegt, ist der vorhandene Literaturbestand sehr groß und zum Teil unübersichtlich, deshalb kann kein Anspruch auf Vollständigkeit geltend gemacht werden. Vielmehr wird versucht die relevantesten Studien zu identifizieren und in die aktuelle Debatte einzuordnen, auch in Bezug auf die folgenden Analysen. Im Verlauf der Arbeit wird immer wieder auf aktuelle Beiträge und Klassiker aus allen drei Teilbereichen verwiesen. Hinzu kommen ausführliche Beschreibungen einzelner Konzepte und Ideen. Um Doppelungen, besonders mit der Einbettung der Arbeit in den Kontext (Kapitel 2) und einer Einführung in die Bibliometrie (Kapitel 5) als einleitendes Kapitel zur Beschreibung der verwendeten Daten und Methoden zu vermeiden, liegt der Schwerpunkt auf einer Zusammenfassung bereits gewonnener Erkenntnisse und der Benennung von Forschungslücken. Die Auflistung erfolgt gebündelt nach Themenschwerpunkten.

3.1 Hochschul- und Wissenschaftssysteme im internationalen Vergleich

Robert M. May (1997) konnte in seiner vergleichenden Studie zeigen, dass die Verteilung der wissenschaftlichen Produktivität zwischen einzelnen Ländern ungleich ist. Ende der 1990er Jahre haben allein Wissenschaftler in den USA zu mehr als einem Drittel zur weltweiten wissenschaftlichen Produktivität beigetragen, allerdings wurde die Mehrheit an Zeitschriftenartikeln von

kleineren und wohlhabenden Ländern produziert. Der Wissenschaftshistoriker Joseph Ben-David (1984) hat die Zentren wissenschaftlicher Produktivität seit Beginn des 16. Jahrhunderts folgenden Ländern zugeordnet: Italien (16. Jahrhundert), Großbritannien (Zweite Hälfte des 17. Jahrhunderts), Frankreich (1800), Deutschland (1840) und USA seit Beginn des 20. Jahrhunderts. Nachdem Ben-David (1970) bereits vom Aufstieg und Niedergang Frankreichs als Zentrum wissenschaftlicher Produktivität in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts berichtete, merken Stephen Cole und Thomas S. Phelan in ihrem weitaus aktuelleren Beitrag an, dass von einigen Forschern befürchtet wird, dass die USA seine wissenschaftliche Vorherrschaft bald verlieren wird (Cole/Phelan 1999: 1). Bereits in den 1960er Jahren hat Derek J. de Solla Price den Zusammenhang zwischen den Investitionen eines Landes in FuE und seiner wissenschaftlichen Produktivität untersucht. Er ging davon aus, dass Länder, die viel in FuE investieren einen höheren Publikationsoutput erzielen als Länder, die nur wenig Geld für diesen Bereich bereitstellen. Folglich produzieren große und wohlhabende Länder einen Großteil der weltweiten Wissenschaft (de Solla Price 1963). Somit stehen sich de Solla Prices und Ben-Davids Arbeiten konträr gegenüber. Es ist davon auszugehen, dass nicht nur die Höhe der Investitionen in die Wissenschaft einen Einfluss auf die wissenschaftliche Produktivität hat, sondern auch die Anzahl der Wissenschaftler, die einer Forschungstätigkeit nachgehen. Mit ihrer Untersuchung von Nachwuchswissenschaftlern in der Physik zwischen 1963 und 1976 konnten Stephen Cole und Gary S. Meyer (1985) nachweisen, dass sich die Anzahl der Physiker, die einen signifikanten Beitrag zur Generierung neuen Wissens linear zur Gesamtzahl der Physiker verhält. Die Studie konnte zeigen, dass die von de Solla Price (1963) und Jonathan R. Cole und Stephen Cole (1972) angebrachten Argumente, dass nur wenige Wissenschaftler einen Beitrag zur Wissensproduktion leisten und somit eine Erhöhung der Anzahl der Wissenschaftler nicht im gleichen Maße zu einer Erhöhung des Outputs führt, falsch sind.

Nur wenige Studien analysieren einzelne Länder, oder Länder im Vergleich mit anderen über einen langen historischen Zeitraum hinweg und betten die gefundenen Ergebnisse in einen theoretischen Kontext ein. Allerdings zeigen die wenigen existierenden einen gemeinsamen, logisch nachvollziehbaren Befund, nämlich, dass wissenschaftlicher Fortschritt unter anderem von der Anzahl der talentierten Personen abhängt, die sich für eine Karriere in der Wissenschaft entschieden haben (Merton 1938b; Cole/Phelan 1999: 2). Folglich führt eine steigende Anzahl an Wissenschaftlern

zu steigenden Publikationszahlen. Diese Aussage wird in Abschnitt 7.2.2 im europäischen Vergleich untersucht.

Hinzu kommt, dass Daten für Analysen über mehrere Jahrzehnte hinweg oft nicht zugänglich oder schwer auszuwerten sind (Powell u.a. 2017). Aus diesem Grund können Pfadabhängigkeiten nicht umfassend untersucht werden (Ebbinghaus 2005b: 139). Einige empirische Studien und bibliometrische Analysen beginnen ihre Auswertungen wissenschaftlicher Publikationen meist nach Einsetzen der Massifizierung der Hochschulbildung und dem Einsetzen der Hochschulexpansion in den 1970er Jahren (siehe beispielsweise Schofer 2004), die meisten haben ihren Schwerpunk aber auf Untersuchungen ab den 1980er Jahren (Adams 2009; Adams u.a. 2005; Bornmann/Mutz 2015; Godin/Gingras 2000) oder ab den 1990er Jahren (Bornmann u.a. 2015; Meo/Al Masri/Usmani/Memon/Zaidi 2013; Meo/Usmani/Vohra/Bukhari 2013). Es ist also keinesfalls richtig, dass wenig Forschung über die Entwicklung wissenschaftlicher Produktivität betrieben wurde, jedoch hebt sich diese Arbeit durch die Untersuchung des langen historischen Zeitraums von 1900 bis 2010 von den genannten Studien ab.

Um Aussagen über die wissenschaftliche Produktivität des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems besser einordnen zu können, muss es in einen weiteren internationalen Kontext eingebettet werden. Auch ist eine reine Betrachtung der absoluten Publikationszahlen nur eingeschränkt aussagekräftig, wenn sie nicht in Bezug zu anderen Ländern gesetzt wird. Eine Analyse der Anteile einzelner Länder am Gesamtvolumen wissenschaftlicher Zeitschriftenartikel im Zeitraum von 1990 bis 2000 zeigt, dass Deutschland ein Wachstum von 7,0 Prozent auf 8,2 Prozent verzeichnet. Dies gilt auch für andere große Industrienationen wie die USA, Japan, Großbritannien und Frankreich. Allerdings hat sich der prozentuale Anteil der USA im beobachteten Zeitraum von 36 Prozent auf 28 Prozent verkleinert. Erklärt werden kann das Absinken durch einen Anstieg der Publikationsleistung von Ländern, die in den letzten Jahren ihre Hochschul- und Wissenschaftssysteme aufgebaut und etabliert haben. Zu ihnen gehören China, Indien, Südkorea, Taiwan und Brasilien. Innerhalb der Europäischen Union zeigt ein Vergleich der EU–15 Staaten[37] mit den zwischen 2004 und 2007 hinzugekommenen 12 Mitgliedsstaaten[38], dass die EU–15 Staaten im Jahr

---

37 Belgien, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Finnland, Griechenland, Großbritannien, Irland, Italien, Luxemburg, Niederlande, Österreich, Portugal, Schweden und Spanien.

38 Bulgarien, Estland, Lettland, Litauen, Malta, Polen, Rumänien, Slowakei, Slowenien, Tschechien, Ungarn und Zypern.

2009 einen Anteil von 29,7 Prozent am weltweiten Publikationsaufkommen hatten, welches bis zum Jahr 2009 auf 42,5 Prozent angewachsen ist. Die neu hinzu gekommenen Länder publizierten im Vergleich relativ wenig mit einem Anteil von 2,3 Prozent im Jahr 1990 und 4,1 Prozent im Jahr 2009. Obwohl der Anteil der neu aufgenommenen Mitgliedsstaaten stark gewachsen ist, liegt ihr gemeinsamer Anteil (11,4 Prozent) im Vergleich zu allen Mitgliedsstaaten unter dem alleinigen Anteil Deutschlands (20 Prozent) am Gesamtanteil der EU–27[39] (Schmoch u.a. 2011).

3.2 Exponentielles Wachstum wissenschaftlicher Produktivität

In ihrer Untersuchung zur Forschung in der Schweiz hat das Staatssekretariat für Bildung und Forschung (SBF 2011) untersucht, wie sich wissenschaftliches Wissen, gemessen durch die Anzahl an Publikationen in Zeitschriften, verbreitet. Als Ergebnis konnte festgehalten werden, dass sich das Publikationsaufkommen seit den 1980er Jahren um das 2,7–fache gestiegen ist. Basierung auf der Zählung der Anzahl an Institutionen, die an einer Publikation beteiligt sind (*whole count*) wurden zwischen 2005 und 2009 weltweit mehr als 10 Millionen wissenschaftliche Artikel publiziert. Die Angabe beschreibt somit nicht die genaue Anzahl an Publikationen, sondern berücksichtigt auch die Zunahme an Forschungspartnerschaften (siehe Abschnitt 6.7 zu den unterschiedlichen Methoden zur Berechnung der wissenschaftlichen Produktivität). Weltweit ist die absolute Anzahl an Zeitschriftenartikeln gestiegen. Europa dominiert allerdings weiterhin mit einem Anteil von 37,5 Prozent, gefolgt von Nordamerika mit 33,0 Prozent und Asien mit 18,9 Prozent. Das stärkste Wachstum an Publikationen verzeichnen allerdings Asien (9,6 Prozent), der Mittlere Osten (9,3 Prozent) und Lateinamerika (8,8 Prozent). Europa (4,7 Prozent) und Nordamerika (4,4 Prozent) erreichen hingegen einen wesentlich geringeren Anstieg an Publikationen. Ihr Anteil am weltweiten Publikationsaufkommen ist sogar gesunken. Mit Asien tritt ein dritter Konkurrent um die Vorherrschaft bei der Produktion wissenschaftlichen Wissens neben Europa und Nordamerika. In Abschnitt 7.1 wird

39 Kroatien wurde erst im Jahr 2013 als 28. Mitgliedsstaat in die EU aufgenommen und konnte somit bei der Analyse der präsentierten Daten nicht berücksichtigt werden.

die globale Entwicklung der Wissenschaft im 20. Jahrhundert beschrieben und der Frage nachgegangen, welche Länder am meisten zum Publikationsoutput im Zeitverlauf beigetragen haben und ob, wann und wohin es zu einer Verschiebung der Zentren wissenschaftlicher Produktivität kam.

3.3 Die Untersuchung von Organisationsformen, die an der Produktion wissenschaftlichen Wissens beteiligt sind

In nur sehr wenigen Studien über wissenschaftliche Produktivität (im internationalen Vergleich) werden unterschiedliche institutionelle Settings und Organisationen der Forschung berücksichtigt. Selten wird der Frage nachgegangen, wie diese den Publikationsoutput innerhalb der untersuchten Länder beeinflussen (Powell u.a. 2017). Ernesto R. Gantman (2012) fand heraus, dass von den von ihm untersuchten Einflussfaktoren lediglich die Größe der Wirtschaft eines Landes einen Einfluss auf die wissenschaftliche Produktivität hat. Allerdings hat er in seiner vergleichenden Analyse der Naturwissenschaften nicht berücksichtigt, ob die Länder über einen ausgebauten Hochschulsektor verfügen. Wiederum andere Analysen haben zwar die Universitäten als wichtige Organisation zur Produktion wissenschaftlichen Wissens mit einbezogen, aber anderen Organisationsformen, die zum jeweiligen Hochschul- und Wissenschaftssystem gehören, keine Beachtung geschenkt (siehe beispielsweise Meo/Al Masri/Usmani/ Memon/Zaidi 2013; Meo/Usmani/Vohra/Bukhari 2013; Teodorescu 2000). Diese Einschränkung umfassender ländervergleichender Fallstudien kann ihre Potenziale durch ein Weglassen der Untersuchung anderer Wissenschaft produzierender Organisationsformen nicht voll entfalten. Um langfristige Einflussfaktoren auf die Entwicklung wissenschaftlicher Produktivität zu identifizieren und um den Einfluss von Organisationsstrukturen auf die Kapazitätsbildung der Wissenschaft zu erforschen sind tiefgreifende Einzelfallstudien eines Landes, wie sie in dieser Arbeit für Deutschland angestrebt werden, über einen langen Zeitraum hinweg, notwendig. Die Ergebnisse sollten zusätzlich in den Kontext der globalen Entwicklung gestellt werden.

Mit seiner Studie zur wissenschaftlichen Produktivität und Organisation der Forschung der Medizin im 19. Jahrhundert hat Joseph Ben-David (1960) die These aufgestellt, dass ein steigender Wettbewerb zwischen Universitäten und die damit einhergehende Attraktivität der Möglichkeiten für Wissen-

schaftler zu einem Anstieg ihrer Zahl führt. Obwohl der Wettbewerb zwischen den Einzelorganisationen einer Organisationsform in dieser Arbeit nicht untersucht wird, werden Vergleiche zwischen den Organisationsformen (Abschnitt 9.2 explizit zur Differenz von Universitäten und Nicht-Universitäten in Deutschland) vorgenommen und theoretische Überlegungen zu den vermeintlichen Gegenpolen Zusammenarbeit und Wettbewerb (Kapitel 10) angestellt. Eine Untersuchung der wissenschaftlichen Produktivität der medizinischen Forschung in Deutschland wurde im Jahr 2002 von Robert J. W. Tijssen, Thed N. van Leeuwen und Anthony F. J. van Raan vorgelegt. Allerdings beschränken sich die Autoren auf eine Untersuchung der medizinischen Fakultäten an Universitäten, akademischen Lehrkrankenhäusern und anderen Instituten, die an der medizinischen Forschung beteiligt sind. Der Untersuchungszeitraum umfasst die Jahre 1982 bis 1998. In dieser Arbeit werden zusätzlich zu den akademischen Lehrkrankenhäusern auch Kliniken ohne institutionelle Anbindung an medizinische Fakultäten berücksichtigt.

Grundlagenforschung, wie sie in den klassischen Organisationsformen der Wissenschaft – Universitäten und außeruniversitäre Forschungsinstitute – betrieben wird, bildet die Basis für Publikationen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften. Im Gegensatz dazu ist davon auszugehen, dass Unternehmen ihren Schwerpunkt auf die Produktion von Produkten legen, die in Form von Patenten verbrieft werden. Grundlagenforschung wird von ihnen als risikoreich und teuer angesehen, zudem steht einmal publiziertes Wissen dem Markt zur freien Verfügung – das Unternehmen verliert sein Exklusivrecht auf die Nutzung des generierten Wissens. Um jedoch Wissen zur Anwendung zu bringen und schließlich in ein Produkt umzusetzen, wird von Unternehmen vermehrt eigene Forschung betrieben. Dennoch hält sich die Aussage, dass Unternehmen relativ wenig zum wissenschaftlichen Output in Form von Zeitschriftenartikeln beitragen (Godin 1996: 588). Mit ihrer Untersuchung kanadischer Unternehmen sind Éric Archambault und Vincent Lariviére (2011) der Frage nachgegangen, ob Firmen durch die zunehmende technologische Entwicklung vermehrt Grundlagenforschung betreiben. Sie kamen zu dem Schluss, dass obwohl immer mehr Unternehmen eigene wissenschaftliche Forschung vorantreiben und lediglich Firmen, die gleichzeitig Publikationen veröffentlichen und Patente anmelden, vermehrt an Grundlagenforschung interessiert sind. Der Bereich der Industrieforschung (Small/Greenlee 1977; Carpenter 1983) und der Beziehungen zwischen Wissenschaft und Technologie wurde bisher relativ wenig beforscht,

obwohl der Anteil der publizierten Zeitschriftenartikel in den 1990er Jahren um 50 Prozent gestiegen ist. Eine Analyse der Anzahl der Publikationen konnte zeigen, dass Unternehmen immer mehr Zeitschriftenartikel produzieren. Benoît Godin (1996) dokumentierte mit seiner Untersuchung von 199 multinationalen Unternehmen, die die meisten Patente in den USA zur Begutachtung einreichen, dass diese rund drei Prozent der Zeitschriftenartikel des SCIE produzieren. Ihr Anteil ist zwischen 1980 und 1989 um ein Fünftel gestiegen. Zu den produktivsten Bereichen gehören Unternehmen der Spitzentechnologie, wie Elektronik, Computer, chemische Industrie und pharmazeutische Industrie. Sie alle investieren gleichzeitig stark in FuE. Von den 199 analysierten Firmen publizieren deutsche Unternehmen einen Anteil von 7,9 Prozent. Im Untersuchungszeitraum konnte Deutschland seinen Anteil an wissenschaftlichen Zeitschriftenartikeln um 30 Prozent erhöhen. Um die oben gemachten Aussagen zu überprüfen, wird im empirischen Teil der Arbeit der Anteil unterschiedlicher Organisationsformen am Publikationsoutput im Zeitverlauf untersucht, da besonders in Deutschland die Tradition besteht, dass Firmen eigene Abteilungen für FuE finanzieren.

3.4 Nationale und internationale Kooperationen

Publikationen in internationalen Fachzeitschriften, die ein Peer-Review-Verfahren durchlaufen haben sind ein zentrales Instrument zur Verbreitung wissenschaftlichen Wissens. Die weltweite Zunahme an Zeitschriftenartikeln sowohl in Alleinautorenschaft, besonders aber auch in Mehrautorenschaft, zeigt, dass wissenschaftliche Produktivität ein internationales Phänomen ist und nicht mehr nur unter dem Deckmantel nationalstaatlicher Einzelfallanalysen betrachtet werden kann: führende Wissenschaftler wurden in verschiedenen Ländern ausgebildet, arbeiten an unterschiedlichen Orten im Laufe ihrer Karriere und teilen beziehungsweise entwickeln ihre Forschung zusammen mit anderen Kollegen weltweit (Altbach 2016: 8). Zeitschriften spielen eine große Rolle bei der Beschreibung der Funktionsweise akademischer Forschung und ihrer Organisation. Publikationen in Fachzeitschriften dienen der Reputation und Statuserhaltung beziehungsweise -erhöhung eines Wissenschaftlers. Der eigene Beitrag zur Generierung wissenschaftlichen Wissens wird durch Publikationen ausgedrückt. Allerdings birgt der steigen-

de Druck – *publish or perish* – die Gefahr einer Zunahme inflationärer Publikationen, die in immer kleinere Einheiten geteilt werden, ohne einen zusätzlichen Erkenntnisgewinn zu erzielen. Jedoch hängt die Reaktion der Forscher von ihrer disziplinären Zugehörigkeit ab. Die Publikationstraditionen unterscheiden sich zum Teil deutlich voneinander (Ertl u.a. 2015).

Anhand des Beispiels der Sozialwissenschaften haben Sébastian Mosbah-Natanson und Yves Gingras (2014) die Internationalisierung und globale Entwicklung der Wissenschaft untersucht. Für den Zeitraum von 1980 bis 2009 haben sie mit Hilfe einer Analyse des *Social Science Citation Index* (SSCI) Publikationen, Zitationen und internationale Kooperationen im Zeitverlauf ausgewertet. Ihre Ergebnisse zeigen, dass Europa und Nordamerika zur Zeit der Analyse die Zentren wissenschaftlicher Produktivität waren. Die Autoren bestätigen für die Sozialwissenschaften steigende internationale Forschungskooperationen, allerdings unterschieden sich die Raten für wissenschaftliche Zusammenarbeit von Land zu Land teilweise erheblich. Die beiden Zentren wissenschaftlicher Produktivität gelten als besonders attraktive Partner für gemeinsame Publikationsprojekte. Ob diese Befunde auch auf die STEM+-Fächer und die hier ausgewerteten Daten übertragen werden können wird in Kapitel 10 überprüft.

3.5 Die Repräsentativität der Daten des SCIE zur Nutzung von vergleichenden Publikationsanalysen

Eine frühe vergleichende Analyse des Publikationsoutputs bis in die 1970er Jahre hinein konnte bereits zeigen, dass die Reliabilität wissenschaftlicher Zeitschriftendatenbanken, wie dem SCIE, davon abhängt, wie gut die innerhalb eines Landes in Form von Zeitschriftenartikeln publizierten Forschungsergebnisse von den Datenbanken abgedeckt werden. Zudem beeinflusst die Sorgfalt bei der Erstellung der Datenbanken die Ergebnisse. Eine konsistente Erfassung des Herkunftslandes einer Publikation ist essentiell (Bakker/Chang 1977: 563). Wie später gezeigt wird, besteht das Problem der einheitlichen Dokumentation der Basisinformationen zu den Autoren eines Artikels weiterhin und führt zu großen Problemen bei der Nutzung und Auswertung der Zeitschriftendatenbanken für Publikationsanalysen. Allerdings haben erst maschinenlesbare und computergestützte Datenbanken die

Auswertung großer Datenbestände für viele Länder im internationalen Vergleich ermöglicht (Bakker/Chang 1977: 563).

Mit ihrer Untersuchung der Eignung des SCIE als Datenbank zur Analyse von Publikationsaktivitäten gehen Mark P. Carpenter und Francis Narin (1981) der Frage nach, ob und inwieweit einzelne Länder und wissenschaftliche Disziplinen repräsentiert werden. Sie kommen zu dem Schluss, dass die Abdeckung für wissenschaftliche Zeitschriften aus den USA und Großbritannien exzellent, für Zeitschriften als Westdeutschland und Frankreich gut und für Japan und »weitere« Länder adäquat für einen Großteil internationaler Vergleiche ist. Allerdings ist die Abdeckung für Zeitschriften aus der ehemaligen Sowjetunion so schlecht, dass die wissenschaftliche Produktivität aus diesen Ländern nicht vollständig abgebildet werden kann beziehungsweise Publikationszahlen unterschätzt werden. In Bezug auf die Abdeckung einzelner Disziplinen und Fächer ist zu beachten, dass besonders Fächer, die einen hohen Zentralisierungsgrad aufweisen und die durch große und inhaltlich wenig spezialisierte Zeitschriften repräsentiert werden, wie Physik und Biologie, einen besonders hohen Repräsentationssgrad im SCIE erreichen. Für Analysen dieser Fächer ist die Datenbank sehr gut geeignet. Fächer, die sich durch eine hohe Anzahl kleiner und spezialisierter Zeitschriften auszeichnen und die eventuell zusätzliche lokale Interessen verfolgen, erreichen eine etwas schlechtere Abdeckung in der Datenbank. Zu ihnen gehören Erd- und Raumwissenschaften, Ingenieurwissenschaften und Technologie, Mathematik und Biologie. Zudem deckt die Datenbank einen immer kleiner werdenden Teil wissenschaftlicher Literatur, besonders in schnell wachsenden Bereichen (Computer- und Ingenieurwissenschaften), ab (Larsen/von Ins 2010). Obwohl der SCIE Dysbalancen in der Abdeckung einzelner Länder und Disziplinen aufweist und nicht die komplette Welt der Produktion wissenschaftlichen Wissens repräsentativ vertritt handelt es sich um die Datenbank der Wahl, um einen breiten Überblick über wichtige wissenschaftliche Zeitschriften und publizierte Artikel zu gewinnen, besonders, wenn internationale Vergleiche angestrebt werden (Carpenter/Narin 1981: 439).

Carolin Michels und Ulrich Schmoch unterstreichen den bereits Anfang der 1980er Jahre herausgearbeiteten Befund, dass der Anteil wichtiger (klassischer) wissenschaftlicher Zeitschriften, die im SCIE gelistet werden, im Zeitverlauf gesunken ist. Allerdings ist der Anteil neuerer und erst kürzlich etablierter Fachzeitschriften gestiegen. Hinzu kommt, dass die Aufnahme älterer Zeitschriften das Volumen der Datenbank weiter anwachsen lässt. Zwischen den Jahren 2000 und 2008 kam es zu einem Anstieg wissenschaft-

licher Zeitschriften um 29 Prozent, dies entspricht einer jährlichen Wachstumsrate von 3,3 Prozent. Eine wachsende Anzahl an Zeitschriften in der Datenbank impliziert einen gleichzeitigen Anstieg der Anzahl an Artikeln. Diese Entwicklung führt zu einer steigenden Instabilität des SCIE, resultierend aus einer hohen Fluktuation der Zeitschriftenauswahl durch die Auswahlkriterien von Thomson Reuters. Es ist nur schwer auszumachen, ob der extreme Anstieg wissenschaftlicher Zeitschriftenartikel ein tatsächlicher Anstieg wissenschaftlicher Produktivität ist, oder aber ob er aus einer weiteren Zeitschriftenabdeckung durch den Anbieter der Datenbank resultiert (Michels/Schmoch 2012). Das Ergebnis muss zwingend in den empirischen Analysen dieser Arbeit berücksichtigt werden, auch wenn eine abschließende Aussage, wie groß der tatsächliche Anstieg wissenschaftlicher Produktivität im Zeitverlauf ist, hier nicht getätigt werden kann.

Peder Olesen Larsen und Markus von Ins (2010) haben die Wachstumsrate wissenschaftlicher Publikationen und den Rückgang der Abdeckung wissenschaftlicher Publikationen innerhalb des SCIE im Zeitraum von 1907 bis 2007 untersucht. Sie kommen zu dem Ergebnis, dass Publikationen in Zeitschriftenartikeln generell ansteigen, dass es aber Unterschiede zwischen den Disziplinen gibt. Sie bestätigen, dass de Solla Prices (1961) Vorhersagen der Entwicklung des wissenschaftlichen Wachstums zwar nicht ganz korrekt, aber richtungsweisend waren. Obwohl die Anzahl der Publikationen pro Jahrgang des SCIE nicht verfügbar ist, gehen Bo-Christer Björk, Annikki Roosr und Mari Lauri (2008) davon aus, dass im Jahr 2006 ungefähr 1,35 Millionen Zeitschriftenartikel in *peer reviewed* Zeitschriften veröffentlicht wurden. Dieses Ergebnis führt sie zu dem Schluss, dass die Abdeckung des SCIE niedriger ist, als die vergleichbarer Datenbanken. In Abschnitt 6.4 (Kapitel 6 Daten und Methoden) kann zumindest im Vergleich mit der Zeitschriftendatenbank Scopus gezeigt werden, dass beide einen ähnlichen Bestand an wissenschaftlicher Literatur in Form von Zeitschriftenartikeln aufweisen. Heute (Stand 2010) werden ungefähr 24.000 wissenschaftliche *peer reviewed* Fachzeitschriften herausgegeben. Diese Zahl umfasst alle Disziplinen. Im SCIE hingegen werden lediglich 6.650 von ihnen erfasst (Larsen/von Ins 2010: 594), da die Datenbank keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt, einem strengen Auswahlprozess folgt, sich auf die STEM+-Fächer beschränkt und einen Bias in Bezug auf englischsprachige Zeitschriften (Beigel 2014) aufweist (Abschnitte 6.3 und 6.4). Die Autoren setzen sich auch mit der Frage auseinander, ob für historische Trendanalysen ein festes Set an Zeitschriften zur Analyse benutzt werden sollte. Durch die Aufnahme

neuer Zeitschriften in den SCIE werden auch Zeitschriften in älteren Jahrgängen ergänzt. Dies führt zu dem Problem, dass der zum Zeitpunkt der Analyse herrschende Bestand nicht adäquat wiedergegeben wird. Im Umkehrschluss führt die Nutzung eines festen Sets an Zeitschriften zu einer Unterrepräsentation von Forschung, die zu einem früheren Zeitpunkt in der Datenbank noch nicht berücksichtigt wurde, aber bereits Teil des wissenschaftlichen Outputs war. Derek Hill und seine Kollegen (2007) empfehlen:

»The longer the period being studied, the less adequate a fixed journal set becomes as a representation of the world's articles throughout the period.« (Larsen/von Ins 2010: 601)

Dieser Aussage folgend, wird in dieser Arbeit kein festes Set an Zeitschriften zur Analyse benutzt, sondern wie im Methodenteil (Kapitel 6) darzulegen ist für den Zeitraum von 1900 bis 1970 eine Zufallsstichprobe und ab 1975 der vollständig zur Verfügung stehende Datensatz, wie er zum Zeitpunkt der Datenziehung im Herbst 2012, vorlag. Abschließend werfen die Autoren in ihrem Artikel die Frage auf, ob und wann die Wachstumskurve wissenschaftlicher Produktivität abflachen wird. Die auch in dieser Arbeit zentrale Frage konnte von den Autoren nicht beantwortet werden, jedoch gehen sie davon aus, dass es zu einem Wendepunkt kommen muss, bevor die gesamte Bevölkerung zu Wissenschaftlern wird (Larsen/von Ins 2010: 601).

3.6 Zitationsanalysen zur Messung der Qualität wissenschaftlicher Publikationen

Obwohl Zitationsanalysen in dieser Arbeit nicht berücksichtigt werden, soll ihre Wichtigkeit für bibliometrische Analysen an dieser Stelle betont werden. Zitate bilden ein grobes Maß für die Wichtigkeit eines Zeitschriftenartikels. Durch die Auflistung der 100 meistzitierten Artikel seit 1900 zeigt Thomson Reuters, dass nicht unbedingt die berühmtesten Beiträge eines Feldes am häufigsten zitiert werden, sondern Beschreibungen experimenteller Methoden oder Software, die von Forschern genutzt werden, um eigene Arbeiten durchzuführen (van Noorden u.a. 2014: 550). Um in die Liste der Top 100 aufgenommen zu werden, muss ein Artikel zur Zeit mindestens 12.119 mal zitiert werden, somit handelt es sich um extreme Ausreißer, da lediglich 14.499 Artikel mehr als 1.000 Zitationen erlangen. Um in diese erlesene Aus-

wahl zu gelangen, sollte ein Artikel als Standardreferenz für eine bestimmte Methode gelten. Fundamentale Entdeckungen werden eher seltener zitiert, da sie so wichtig sind, dass sie in Handbücher eingehen oder ihre Begriffe innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft so bekannt sind, dass sie keine Literaturangabe mehr benötigen. Die Autoren ziehen zur Verbildlichung der bereits publizierten Masse an wissenschaftlichen Zeitschriftenartikeln die Höhe des Kilimandscharo (5.895 Meter) heran:

»If you were to print just the first page of every item indexed in Web of Science, the stack of paper would reach almost to the top of Mt Kilimanjaro. Only the top metre and a half of that stack would have received 1,000 citations or more, and just a centimeter and a half would have been cited more than 10,000 times. All of the top 100 are cited more than 12,000 times, besting some of the most recognizable scientific discoveries in history.« (van Noorden u.a. 2014: 551)

Aufbauend auf der bereits 1997 erschienenen Studie zur Analyse des wissenschaftlichen Outputs (Publikationen und Patente) verschiedener Länder von Robert M. May hat David A. King 2004 eine umfassende vergleichende Analyse von 31 Ländern, inklusive der G8 und der EU–15 Länder, vorgelegt. King (2004) wollte wissen, welchen Einfluss die ausgewählten Länder auf die Wissenschaft haben und inwiefern sich ihre Investitionen in FuE in Form wissenschaftlichen Outputs niederschlagen. Gemeinsam sind die USA, Großbritannien, Deutschland, Japan, Frankreich, Kanada, Italien und die Schweiz für 84,5 Prozent der führenden meistzitierten Zeitschriftenartikel zwischen 1993 und 2001 weltweit verantwortlich. Die nächsten neun Länder produzierten 13 Prozent und die restlichen Länder 2,5 Prozent der meistzitierten Artikel. Obwohl King lediglich 31 Länder in seine Analyse mit einbezogen hat, produzieren diese 97,5 Prozent der meistzitierten Zeitschriftenartikel weltweit.

Die Zusammenfassung des aktuellen Stands der Forschung und die Präsentation einer Auswahl an Studien zeigt zum Teil große Forschungslücken auf, die auch nicht alle in dieser Arbeit geschlossen werden können. Der Vorteil dieser Studie ist allerdings die Berücksichtigung eines langen Beobachtungszeitraums und die Einbeziehung der weltweiten und europäischen Entwicklung der Publikationszahlen, um die detaillierte Analyse der wissenschaftlichen Produktivität in Deutschland über den Zeitraum von mehr als einem Jahrhundert auszuwerten. Durch die ausführliche Beschreibung der Strukturen und institutionellen Settings, die zur Produktion wissenschaftlichen Wissens beitragen, wird eine Lücke geschlossen, die in vorangegangenen Studien bisher keine Beachtung gefunden hat, aber wichtig für das Ver-

ständnis ist, welche Makrostrukturen die besten Bedingungen zur Generierung neuen Wissens bereitstellen. Die im nächsten Kapitel folgende theoretische Einbettung der Arbeit dient dem tieferen Verständnis und betont die Wichtigkeit der Zusammenführung empirischer Ergebnisse und theoretischer Vorüberlegungen, die bis heute teilweise in nur wenig miteinander sprechenden Disziplinen stattfindet.

Bevor der aktuelle Forschungsstand mit den empirischen Daten dieser Dissertation konfrontiert werden kann, erfolgt die Vorstellung der herangezogenen theoretischen Konzepte im nächsten Kapitel, denn ohne eine Einbettung der Daten in einen Rahmen ist eine sinnvolle Interpretation der Ergebnisse nicht möglich.

4. Theoretischer Rahmen: Erklärungsansätze zur Beschreibung der Entwicklung und Institutionalisierung globaler Wissenschaft

Als theoretische Basis für meine Analysen nutze ich einen neo-institutionellen Ansatz zur Untersuchung und Erklärung der Expansion des Hochschulwesens und der Wissenschaft weltweit. Trotz des allgemeinen Wachstums wissenschaftlicher Publikationen in den STEM+-Fächern bestehen beträchtliche Unterschiede zwischen den institutionellen Settings (zeit- und ortsübergreifend), Organisationsformen und einzelner Organisationen, die maßgeblich zur wissenschaftlichen Produktivität beitragen. Die Gemeinsamkeiten und Unterschiede werden im empirischen Teil der Arbeit auf mehreren Analyseebenen unter Einbeziehung unterschiedlicher Dimensionen untersucht und miteinander in Beziehung gesetzt. Ausgehend von einer Makroperspektive auf die weltweite Entwicklung und eines ausgewählten Vergleichs wichtiger europäischer Länder (Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Belgien und Luxemburg) wird in einem weiteren Schritt die Mesoebene angesprochen, die einen Vergleich unterschiedlicher Organisationsformen, institutioneller Settings und das Beispiel einer Einzelorganisation innerhalb des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems vorsieht.

Zur Analyse der Daten auf den unterschiedlichen Ebenen werden drei theoretische Konzepte herangezogen: Im Rahmen des neo-institutionellen Ansatzes (Abschnitt 4.1) wird auf die Basisideen der »Weltkultur« und des historischen Institutionalismus (Abschnitt 4.2) näher eingegangen. Zur Beschreibung des Wandels der Wissensproduktion und der Analyse der Organisationen und Organisationsformen, die Wissenschaft betreiben, werden zwei weitere Konzepte (Abschnitt4.3) in das theoretische Konzept dieser Arbeit mit aufgenommen: *Mode 1* versus *Mode 2* Wissenschaft und das Triple-Helix Modell.

4.1 Neo-Institutionalismus

Die besondere Stärke des neo-institutionellen Ansatzes besteht darin, dass er auf die Bedeutung des gesellschaftlichen Umfelds und die institutionelle Gebundenheit organisatorischen Handelns sowie den Einfluss von Kultur und Werten auf unterschiedliche wissenschaftliche Organisationen – beispielsweise Universitäten und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen – eingeht. Anders gesagt: »Im Kern geht es im Neo-Institutionalismus um die institutionelle, multikausale und multikontextuelle Einbettung von Organisationen in die Gesellschaft.« (Scott 2006: 8) Aus dem US-amerikanischen Raum kommend, handelt es sich um ein Konzept, das in verschiedenen Bereichen der Organisationssoziologie, der Organisationswissenschaft und auch der Ökonomie Anwendung findet. Im Zentrum des Interesses stehen Organisationen oder aber auch eine Gruppe von Organisationen. Es geht weniger um eine Beschreibung von Gesellschaften und ihren wichtigsten Strukturen, sondern vielmehr darum, die gesellschaftlichen Bedingungen von Organisationen zu ermitteln (Scott 2006: 25). Ausgehend von einer Konzeption von Gesellschaft, die aus festgefügten Akteuren besteht, bilden rationale und zweckgerichtet handelnde Individuen die Grundlage der Organisation sozialer Prozesse. Formale Organisationen gelten als Grundbestandteil der Gesellschaft und mit ihren Eigeninteressen treiben sie die gesellschaftliche Entwicklung voran. Soziologischer Neo-Institutionalismus (NI) konzentriert sich auf das Verständnis von Institutionen und Organisationen. Institutionen sind somit ein wichtiger Baustein, um soziales Handeln und Prozesse der Gesellschaftsentwicklung zu verstehen (Hasse/Krücken 2005: 5–6; 15). Institutionen und Organisationen stehen in einer wechselseitigen Beziehung zueinander, die in Abschnitt 4.1.2 ausgeführt wird.

Soziologischer NI rückt also die Entwicklung, Funktion und Prinzipien von Institutionen und Organisationen in den Fokus. In einem ersten Schritt werden die zentralen theoretischen Annahmen und Positionen des NI beschrieben, die von Walter W. Powell, Paul J. DiMaggio (1991) und W. Richard Scott (2014 [1995]) formuliert wurden. Eine umfassende Verortung des theoretischen Rahmens der Arbeit erfolgt mit Hilfe einer Beschreibung der folgenden drei »Meilensteine« des soziologischen NI. Hauptgegenstand der Aufsätze ist erstens der Zusammenhang von Organisation und Gesellschaft und die Annahme, dass formale Organisationsstrukturen Mythen zum Ausdruck bringen, die in ihrer gesellschaftlichen Umwelt institutionalisiert

sind (Meyer/Rowan 1991 [1977]; DiMaggio/Powell 1991b [1983]) und zweitens die Mikrofundierung des Ansatzes durch Lynne G. Zucker (1991 [1977]), die auf die Rolle von Institutionalisierung und kultureller Persistenz eingeht. Indem Organisationen Mythen erfassen, kopieren und zeremoniell zur Geltung bringen, werden Strukturähnlichkeiten (Isomorphien) zwischen Organisationen und der Gesellschaft hergestellt (Hasse/Krücken 2005: 23). Isomorphie bezeichnet in diesem Zusammenhang die Strukturähnlichkeit zwischen Organisationen und ihrer gesellschaftlichen Umwelt. Zudem sichern sie den Erfolg und das Überleben einzelner Organisationen (Meyer/Rowan 1991 [1977]: 49). Zweitens werden die wichtigsten theoretischen Konzepte zur Beschreibung institutioneller Beständigkeit und institutionellen Wandels des extremen Wachstums wissenschaftlicher Produktivität und der Entwicklung des Hochschulwesens im Zeitverlauf vorgestellt. Begonnen wird mit der Darstellung der Ziele von Wissenschaft produzierenden Organisationen und ihrer Einbettung im hier vorherrschenden organisationalen Feld der Wissenschaft. Organisationale Felder dienen der Beschreibung der Beziehung zwischen verschiedenen Organisationen und beinhalten alle relevanten Organisationen, die sich mit ihrer gesellschaftlichen Umwelt auseinandersetzen. Um eine Verbindung institutioneller Argumente mit der Struktur und dem Verhalten von Organisationen darzustellen (Scott 2014 [1995]: 52) erfolgt zunächst eine Definition von Institutionen und ihrer grundlegenden Bestandteile. Um den theoretischen Rahmen des NI abzuschließen, wird drittens auf die verschiedenen Analyseebenen (makro, meso, mikro) dieser Arbeit eingegangen. Sie werden in den neo-institutionellen Kontext der Arbeit eingebettet. Hierzu wird die generell einführende Perspektive der vergleichenden institutionellen Theorie, um weitere lose miteinander verbundene konzeptionelle Ströme des NI ergänzt: *World polity* Ansatz und historischer Institutionalismus.

Mit Hilfe des *world polity* Ansatzes wird eine breitere Linse auf die globale Arena (Makrolevel) gerichtet. Durch diese Prozessperspektive können globale Diffusion und formale Strukturen der Entkopplung von formalen Grundsätzen und praktischer Anwendung erklärt werden. Der historische Institutionalismus hingegen fokussiert zeitliche Entwicklungen und Prozesse, die erklären, wie Institutionen entstehen und sich verändern. Die Konzepte *critical junctures* und Pfadabhängigkeit sollen helfen diese Prozesse zu untersuchen (Suárez/Bromley 2016).

4.1.1 Zentrale Annahmen und Positionen des Neo-Institutionalismus

Die Einführung und Entwicklung des organisationssoziologischen NI als theoretischer Ansatz im US-amerikanischen Raum ist vergleichsweise neu. Anders als jedoch das Präfix *neo* (lateinisch »neu«) suggeriert, können die intellektuellen Grundlagen des NI auf Arbeiten der *old Institutionalists*, Robert K. Merton (1968 [1949]), Alvin W. Gouldner (1954), Arthur L. Stinchcombe (1965, 1997), Peter M. Blau (1955; mit Scott 1962), Talcott Parsons (1956) und Philip Selznick (1948; 1949) zurückgeführt werden. Die ersten systematischen Untersuchungen über das Verhalten von Organisationen lassen sich allerdings bis in die letzten Jahrzehnte des 19. Jahrhunderts zurückverfolgen (Scott 2006). Die Veränderungen gesellschaftlicher Strukturen – durch Industrialisierung und Bürokratisierung – haben dazu geführt, dass Wissenschaftler ihre Aufmerksamkeit auf Organisationen und deren Auswirkungen auf das gesellschaftliche Leben gelenkt haben. Aus diesem Grund ist es nicht verwunderlich, dass die Wurzeln des soziologischen NI bereits auf Max Webers (2004 [1904; 1905]) Ausführungen zur protestantischen Ethik und dem Geist des Kapitalismus zurückzuführen sind. Weber ging davon aus, dass Bürokratie, bezeichnet als rationale Form legaler Herrschaft, ein solch effizientes und machtvolles Mittel zur Kontrolle von Arbeiterinnen und Arbeitern sei, dass einmal etabliert, die Kraft der Bürokratisierung nicht mehr aufzuhalten sei (Weber 1956). Zudem warnte er davor, dass der »Geist des modernen [rationalen, J. D.] Kapitalismus« dem Menschen seine Freiheit raube. Die universale Rationalisierung der Welt, nicht nur der Berufswelt, werde zu einem »stahlharten Gehäuse« (*iron cage*) der Hörigkeit, in der die Menschheit gefangen sei, »bis der letzte Zentner fossilen Brennstoffs verglüht ist.« (Weber 2004 [1904; 1905]) Dieser frühe Ansatz betrachtete Organisationen allerdings noch nicht als eigenständige soziale Systeme oder gar kollektive Akteure (Gouldner 1954), sondern bestenfalls als Rahmen, in denen die Arbeit ausgeführt wurde. Organisationen als Untersuchungsgegenstand rückten erst viel später in den Fokus wissenschaftlicher Forschung (Scott 2006: 203). Das wichtigste gemeinsame Merkmal zwischen den *old Institutionalists* und den Neo-Institutionalisten ist die Betrachtung von Organisationen mit Blick auf ihr gesellschaftliches Umfeld (DiMaggio, Powell 1991a). Organisationen gelten nicht länger als autonome Einheiten, sondern werden durch Institutionen in die Gesellschaft eingebettet und beeinflusst (Scott 2006: 13).

Die theoretische Basis des soziologischen NI ist mit lediglich drei Aufsätzen vergleichsweise dünn, jedoch hat sich aus dieser eine erstaunlich

riesige Literaturbasis entwickelt. Erst seit Ende der 1980er und Anfang der 1990er Jahre kann von einem eigenständigen Forschungsansatz gesprochen werden. Die wichtigsten Beiträge wurden größtenteils in Sammelbänden[40], Überblicksartikeln und Handbuchbeiträgen[41] zusammengetragen. Als deutschsprachige Lektüre zur Einführung in den NI eigenen sich besonders die von Raimund Hasse, Georg Krücken (2005), Konstanze Senge und Kai-Uwe Hellmann (2006) herausgegebenen Einführungen in den NI.

Von den Mythen formaler Organisationsstrukturen zur institutionellen Isomorphie

Aufbauend auf diese frühen Überlegungen zu spezifischen Organisationen bilden die beiden Aufsätze *Insitutionalized Organizations: Formal Structure as Myth and Ceremony* (Meyer/Rowan 1991 [1977]) und *The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields* (DiMaggio/Powell 1991b [1983]) den zentralen Ausgangs- und Bezugspunkt des organisationssoziologischen NI (Hasse/Krücken 2005: 22). Hauptgegenstand beider Aufsätze ist der Zusammenhang von Organisation und Gesellschaft. Im Gegensatz zu Max Weber (1956) gingen Meyer und Rowan (1991 [1977]) davon aus, dass Legitimitäts- und Effizienzerfordernisse nicht deckungsgleich sind (Hasse/Krücken 2005: 22).

Organisationen – Systeme koordinierter und kontrollierter Aktivitäten, die im Rahmen von komplexen Netzwerken technischer Beziehungen und grenzübergreifenden Austauschs entstehen – etablieren formal-rationale Strukturen zur Erzielung von Legitimität und zur Sicherung ihres eigenen Überlebens. Diese können jedoch nur in höchst institutionalisierten Kontexten, wie beispielsweise Universitäten, aufrecht erhalten werden und stehen unter Umständen im scharfen Gegensatz zu Effizienzkriterien (Meyer/Rowan 1991 [1977]: 41). Die Autoren stellen die These auf, dass formale Organisationsstrukturen Mythen ihrer institutionalisierten Umwelt widerspiegeln.

»Institutional products, services, techniques, policies, and programs function as powerful myths, and many organizations adopt them ceremonially.« (Meyer/Rowan 1991 [1977]: 41)

Indem diese Mythen von einzelnen Organisationen kopiert und zeremoniell angenommen werden, wird eine Strukturähnlichkeit, Isomorphie, zwischen

40 Siehe Meyer/Scott 1983; Scott/Meyer 1994; Zucker 1988 und Powell/DiMaggio 1991.
41 Siehe Scott 1987; Zucker 1987 und Tolbert/Zucker 1996.

Organisationen und Gesellschaft hergestellt. Zudem operieren sowohl Non-Profit Organisationen (Schulen, Krankenhäuser, Universitäten) als auch Organisationen, die dem Marktgeschehen ausgesetzt sind (Banken, Wirtschafts- und Industrieunternehmen), in gleichem Maße in institutionellen Umwelten (Scott 2014 [1995]: 210; Dobbin 1994: 126ff.). Auf Ebene der nach außen hin sichtbaren Formalstruktur zeigen sich Organisationen veränderungs- und anpassungsbereit an abgewandelte Umweltbedingungen. Auf Ebene der inneren Aktivitätsstruktur kommt es zu keiner Neuordnung des Verhaltens von Organisationen. Die Entkopplung (*decoupling*) der sichtbaren Formalstruktur und der inneren Aktivitätsstruktur einer Organisation ist die Folge (Meyer/Rowan 1991 [1977]: 57ff.). Besonders die institutionelle Identität der deutschen Universitäten besteht seit Jahrhunderten. Geprägt von Humboldts Ideal universitätsbasierter Forschung (Abschnitt 8.1) kann sie als Mythos bezeichnet werden. Dies impliziert, dass einerseits die ihr zugrunde liegenden Ideale nicht in der organisationalen Realität der Universitäten verkörpert werden, aber andererseits bilden Mythen die starke soziale Struktur einer Organisation, die sie vor externen Einflüssen und Veränderungen schützt (Krücken 2003: 327).

Der grundlegende Beitrag von Paul J. DiMaggio und Walter W. Powell (1991b [1983]) diskutiert nicht die Effizienz von Organisationen, sondern lenkt seinen Fokus auf ihre Legitimität. Im Zentrum des Interesses steht auch hier der Begriff der Isomorphie. Jedoch grenzen sich die Autoren von Meyer und Rowan dahingehend ab, dass sie mit Hilfe des Begriffs des organisationalen Feldes die Umweltbezüge von Organisationen bestimmen, die sich in einem wechselseitigen Legitimationsverhältnis befinden. Innerhalb des Feldes kommt es zu Angleichungsprozessen zwischen einzelnen Organisationen. Diese Prozesse werden als institutionelle Isomorphie (*institutional isomorphism*) bezeichnet. Unterschieden werden können drei Mechanismen zur Herstellung von Isomorphie (DiMaggio/Powell 1991b [1983]: 67ff.): Zwang (*coercive isomorphism*), normativer Druck (*normative isomorphism*) sowie Imitation (*mimetic isomorphism*). Im Gegensatz zu Meyer und Rowan gehen DiMaggio und Powell davon aus, dass die beschriebenen Angleichungsprozesse nicht auf der Ebene formaler Strukturen beschränkt bleiben. Folglich schreiben sie den Prozessen der Institutionalisierung weitreichende Homogenisierungseffekte in organisationalen Feldern zu, die sich auch auf organisationale Praktiken beziehen, nicht nur auf eine lose Kopplung (*loose coupling*) von Formal- und Aktivitätsstruktur (Hasse/Krücken 2005: 27).

Mikrofundierung: Zwischen Institutionalisierung und kultureller Persistenz

Im Gegensatz zu den beiden vorausgegangenen Ansätzen innerhalb des NI geht Lynne G. Zucker (1991 [1977]) mit ihrem wichtigen Beitrag *The Role of Institutionalization in Cultural Persistence* zum einen auf die Bedeutung von Wahrnehmungs- und Informationsverarbeitungsmustern für die Regulierung des Handelns und zum anderen auf die aktive Aneignung und Weitergabe sozialer Vorgaben ein (Hasse/Krücken 2005: 27f.). Ausgangspunkt ihrer Überlegungen ist, dass sich verschiedene Kontexte (*social settings*) hinsichtlich ihrer Stabilität und Wirksamkeit unterscheiden. Als niedrig institutionalisiert gelten Settings, die offen für Veränderungen sind, beispielsweise Fachhochschulen. Als hoch institutionalisiert gelten Settings mit verbindlichen Vorgaben und einem hohen Maß an Resistenz gegenüber Veränderungen, hier besonders Universitäten. Im Falle einer hohen Institutionalisierung ist eine direkte soziale Kontrolle (durch Anreize oder negative Sanktionen) nicht notwendig. Möglicherweise führen Sanktionen sogar zu einer De-Institutionalisierung. In ihrem Beitrag bricht Zucker die dichotome Unterscheidung zwischen vollständig institutionalisierten und nicht institutionalisierten Sachverhalten auf und ersetzt diese durch die Annahme verschiedener Institutionalisierungsgrade: »[…] institutionalization is defined here as a variable, with different degrees of institutionalization altering the cultural persistence which can be expected.« (Zucker 1991 [1977]: 83) Durch die Einnahme einer Prozessperspektive auf Institutionen kann untersucht werden, ob sich die Wirksamkeit institutioneller Vorgaben im Zeitverlauf verändert hat.

»Without a solid cognitive, microlevel foundation, we risk treating institutionalization as a black box at the organizational level, focusing on content at the exclusion of developing a systematic explanatory theory of process, conflating institutionalization with resource dependency, and neglecting institutional variation and persistence.« (Zucker 1991 [1977]: 105)

Obwohl die von Lynne G. Zucker eingenommene Perspektive auf die Entstehungskontexte wissenschaftlicher Zeitschriftenbeiträge in dieser Arbeit nicht untersucht werden kann, verfolgt ihr Ansatz einen spannenden Aspekt, den der unterschiedlichen Institutionalisierung sozialer Settings. Im Folgenden werden unterschiedliche Organisationsformen untersucht, die sich hinsichtlich ihres Grades der Institutionalisierung voneinander unterscheiden. Besonders die klassischen Organisationsformen, die zur Generierung wissenschaftlichen Wissens beitragen, bestehen schon seit vielen

Jahren und weisen einen hohen Institutionalisierungsgrad auf. Zu ihnen gehören die Universitäten und Forschungsinstitute, aber auch wissenschaftliche Akademien. Auch die Forschung innerhalb von Unternehmen und Krankenhäusern kann im Zeitverlauf als stabil angesehen werden. Die Ressortforschung sowie die Forschung von Ministerien nachgeordneten Einrichtungen folgt der politischen Agenda und ist größtenteils institutionalisiert. Beispielsweise wurde die Physikalisch-Technische Bundesanstalt, die erste staatlich finanzierte Großforschungseinrichtung, bereits im Jahr 1887 gegründet und besteht bis heute. Eher niedrig institutionalisiert und einem Wandel unterworfen sind Fachhochschulen, die eine Anpassung an die Universitäten anstreben (beispielsweise durch die Forderung das Promotionsrecht zu erhalten). Wissenschaftliche Gesellschaften und Vereine müssen ihre Ziele immer wieder mit dem voranschreitenden disziplinären Wandel in Einklang bringen, um ihre Mitglieder zu halten. Diese Diskussion um ihre Ausrichtung wird natürlich auch durch die Mitglieder, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, selbst angestoßen.

4.1.2 Von der Organisation zur Institution

Die Sonderstellung wissenschaftlichen Wissens gegenüber anderen Wissensarten liegt darin begründet, dass es nur unter besonderen sozialen Bedingungen und spezifischen historischen Konstellationen generiert werden kann, die nicht überall auf der Welt gegeben sind.

> »Die Etablierung der Wissenschaft in ihrer modernen Form als eine zentrale Institution der Gesellschaft hat einen Optimismus begründet, dessen vorläufiger Höhepunkt in der seit einiger Zeit eingeführten Charakterisierung der Gesellschaft als ›Wissensgesellschaft‹ zum Ausdruck kommt.« (Weingart 2013 [2003]: 8)

Da nahezu alle Handlungsbereiche einer Gesellschaft wissensbasiert sind, kann auch von einer »Verwissenschaftlichung« der Gesellschaft gesprochen werden (Kapitel 2). Es gibt also gute Gründe die Wissenschaft und das von ihr produzierte Wissen, hier in Form von Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften, zum Gegenstand soziologischer Analysen zu machen. Peter Weingart (2001; 2013 [2003]: 12) beschreibt Wissenschaft als einen Teil von Gesellschaft und die Produktion wissenschaftlichen Wissens als besonderen Typus sozialen Handelns. Anknüpfend an Robert K. Merton (1938b; 1942; 1957) wird Wissenschaft als soziale Institution bezeichnet, die internen sozialen Normen und Regeln folgt. Diese wiederum sind Grund-

voraussetzung für die Produktion wissenschaftlichen Wissens (Weingart 2013 [2003]: 12).

Die organisatorischen Felder Hochschulbildung und Forschung gelten als tragende Säulen einer verwissenschaftlichten Gesellschaft. Universitäten und außeruniversitäre Forschungsinstitute sind traditionell die zentralen Einrichtungen zur Produktion wissenschaftlicher Forschung. Jedoch macht das organisationale Feld gravierende epistemische und institutionelle Veränderungen durch: Wissenschaft als Institution löst sich aus ihrer sozialen Isolierung und die Grenzen zwischen universitärer Grundlagenforschung, praxis- und anwendungsorientierter Forschung sowie angewandter Industrieforschung und Entwicklung verwischen mehr und mehr (siehe Gulbrandsen/Kyvik 2010 in Abschnitt 8.2). Hierdurch verändert sich gleichzeitig die Art und Weise der Wissensproduktion in unterschiedlichen organisationalen Kontexten, welche im Folgenden voneinander abgegrenzt werden sollen.

Das Verhältnis von Organisationen im organisationalen Feld

Grundsätzlich steht das Verhältnis von Organisationen zu ihrer institutionellen Umwelt im Zentrum des soziologischen NI, nicht die Organisation als autonome Einheit: »According to the institutional conception as developed here, organizations tend to disappear as distinct and bounded units.« (Meyer, Rowan 1991 [1977]: 47) Dennoch ist es unerlässlich zunächst eine Definition des Begriffs der Organisation vorzunehmen:

> »Formal organizations are generally understood to be systems of coordinated and controlled activities that arise when work is embedded in complex networks of technical relations and boundary-spanning exchanges.« (Meyer, Rowan 1991 [1977]: 41)

Die Formalstrukturen von Organisationen spiegeln also Elemente und Überzeugungen aus ihrer institutionalisierten Umwelt wider. Die institutionelle Umwelt wiederum stellt Vorlagen bereit, die von Organisationen übernommen und angewandt werden. Scott (1986: 31) fügt hinzu, dass Organisationen als soziale Strukturen bezeichnet werden können, die aus Individuen bestehen und gegründet worden sind, um gemeinsam mit anderen bestimmte Ziele zu verfolgen. Diese Ziele können unterschiedlich gelagert sein, beispielsweise Forschung und Lehre, nur Forschung, oder Politikberatung. Dadurch, dass Organisationen institutionalisierte Muster aus ihrer Umwelt übernehmen (Isomorphie), gewinnen sie an Legitimität und Ressourcen, um

ihre Überlebenschancen zu steigern (Meyer/Rowan 1991 [1977]: 41; 53; Scott 1987: 498; DiMaggio/Powell 1991b [1983]: 65ff.).

Auch im Wissenschaftssystem sind verschiedene Organisationen allgegenwärtig. Neben den klassischen, Wissenschaft produzierenden Organisationen können eine Vielzahl weiterer Organisationsformen definiert werden (Kapitel 9), die nicht primär der Forschung und Lehre dienen, aber dennoch zum Anstieg wissenschaftlicher Produktivität maßgeblich beitragen (Lentsch 2012: 137; 143). Durch die Veränderungen der Rahmenbedingungen wissenschaftlichen Arbeitens und die Einführung von *New Public Management* Konzepten kommt es zunehmend zu einer Stärkung des Einflusses formaler Organisationsstrukturen auf den wissenschaftlichen Kommunikationsprozess und einer Veränderung der Rolle formaler Organisationen (Maasen/Weingart 2006: 20). Jedoch wurden die Wechselwirkungen zwischen formalen Organisationen und Prozessen wissenschaftlicher Leistungserbringung (hier: Produktion wissenschaftlichen Wissens in Form von Zeitschriftenartikeln) bisher kaum untersucht (Lentsch 2012: 138). Im Folgenden sollen die wichtigsten Grundtypen (Organisationsformen), die zur Produktion wissenschaftlichen Wissens beitragen, voneinander abgegrenzt werden (Aldrich/Ruef 2006 [1999]: 114ff.).[42] Hierzu werden ihre Aufgaben und Ziele beschrieben.

Wie bereits oben erwähnt, werden Organisationen im NI nicht isoliert voneinander betrachtet, sondern miteinander in Beziehung gesetzt. Als organisationales Feld wird eine »Ansammlung ähnlicher und unähnlicher, in Wechselbeziehung zueinander stehender und in einem funktionell-spezifischen Bereich tätiger Organisationen und deren Austauschpartner, Ressourcengeber und Regulierungsbehörden« bezeichnet (Scott 2006: 212; siehe auch DiMaggio/Powell 1991b [1983]). Organisationale Felder setzen sich aus allen Organisationen zusammen, die den Bezugsrahmen (gesellschaftliche Umwelt) der zu untersuchenden Organisation bilden. Sie befinden sich in einem wechselseitigen Legitimationsverhältnis, das zu den bereits beschriebenen Strukturangleichungsprozessen zwischen einzelnen Organisationen führt (DiMaggio/Powell 1991b [1983]: 76f.). Da die Struktur eines

---

42 Im Abschnitt »Die Variable ›Organisationsform‹« im Kapitel zum Forschungsdesign und den Methoden (Kapitel 6) wird zunächst von technischer Seite beleuchtet, wie die Variable zur Analyse innerhalb des Rohdatensatzes aufbereitet wurde. Das Kapitel zur Institutionalisierung des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems (Kapitel 8) beschreibt die im Kontext wichtigsten Organisationsformen und ihre Spezifika genauer. Im Analyseteil (Kapitel 9) erfolgt dann die empirische Auswertung der Produktivität einzelner Organisationsformen im Zeitverlauf.

organisationalen Feldes auf Basis empirischer Forschung definiert werden muss, existiert es nur innerhalb bereits definierter Institutionen:

»The process of institutional definition, or ›structuration‹, consists of four parts: an increase in the extent of interaction among organizations in the field; the emergence of sharply defined interorganizational structures of domination and patterns of coalition; an increase in the information load with which organizations in a field must contend; and the development of a mutual awareness among participants in a set of organizations that are involved in a common enterprise.« (DiMaggio/Powell 1991b [1983]: 65)

Im Verlauf dieser Arbeit wird auf der Makroebene empirisch überprüft, ob es zu einer Ausweitung der Interaktionen in Bezug auf die wissenschaftliche Produktivität kam. Hierzu werden zwar nicht Forschungskooperationen auf Organisationsebene betrachtet, aber die Analyse nationaler und internationaler Kooperationen auf Landesebene (Kapitel 10) gibt einen ersten guten Anhaltspunkt für mögliche weitere Untersuchungen. Die Ausführungen zu den unterschiedlichen Publikationen produzierenden Organisationsformen im Zeitverlauf (Kapitel 9) gibt einen Hinweis darauf, ob sich das organisationale Feld verändert hat.

Angelehnt an das Konzept des organisationalen Feldes haben Howard E. Aldrich und Martin Ruef (2006 [1999]: 240; 242) den Begriff *organizational community* eingeführt:

»An organizational community is a spatially or functionally bounded set of populations, linked by ties of commensalism and symbiosis. *Commensalism* refers to competition and cooperation between similar units, whereas *symbisosis* refers to mutual interdependence between similar units. […] We restrict the definition to organizations and populations oriented toward a common technological, normative, or legal-regulatory core.«

Durch die Beobachtung der Dynamiken der Entstehung wissenschaftlicher Gemeinschaften (*communities*), kann untersucht und erklärt werden, wie neue Organisationsformen (beispielsweise neue Universitäten) entstehen. Astley (1985) argumentiert, dass Innovationen, die einen dramatischen technologischen Wandel repräsentieren, die Bildung neuer Organisationsformen stimulieren. Folglich bringen neue Organisationsformen neue Populationen und möglicherweise neue organisationale Gemeinschaften hervor. Die Beziehungen zwischen Populationen können auf unterschiedliche Art beschrieben werden: Kommensalismus (zwischen Wettbewerb und Kooperation), Symbiose (zwei Populationen befinden sich in unterschiedlichen Nischen und profitieren voneinander) und Dominanz (Kontrolle von Res-

sourcen der anderen Population) (Aldrich/Ruef 2006 [1999]: 243ff.). Wie sich diese unterschiedlichen Beziehungsmuster auf die wissenschaftliche Zusammenarbeit in Form von Ko-Autorenschaften von Zeitschriftenartikeln auswirken, wird in Kapitel 10 untersucht.

Institutionen und Institutionalisierung

Eine Abgrenzung der Begriffe Organisation und Institution ist besonders in den Sozialwissenschaften im deutschsprachigen Raum sehr schwierig, da beide Begriffe synonym benutzt werden oder nicht klar voneinander abzugrenzen sind. In diesem Abschnitt wird eine Einordnung des Begriffs der »Institutionen« versucht.

Grundsätzlich gehört der Begriff der Institution zu den Fachbegriffen innerhalb der Soziologie. Aus diesem Grund könnte er auch ohne weitere Spezifizierung in Diskussionszusammenhängen verwendet werden. »In dieser Hinsicht ist der Begriff selbst eine Institution.« (Hasse/Krücken 2005: 13) Allein diese Aussage spiegelt die Vielfalt der Möglichkeiten einer Annäherung an eine Definition wider. Der NI nimmt im Theoriengeflecht die stärkste Position in Bezug auf Institutionen ein. Allgemein gesprochen können sie als Muster oder Regelsysteme verstanden werden, in die Akteure wie Individuen, Organisationen oder auch Nationalstaaten eingebettet sind (Hasse/Krücken 2005: 9).

Ronald L. Jepperson (1991: 143ff.) beschreibt eine Institution als organisiertes und etabliertes Verfahren, das bestimmten Regeln der Gesellschaft folgt. Unter ihnen können sowohl kulturelle als auch strukturelle Objekte verstanden werden, die gemeinsam haben, dass sie wiederkehrende und stabile Aktivitäten aufweisen. Zu ihnen gehören beispielsweise Hochzeiten, der Handschlang, das Militär, die Kirche, aber auch formale Organisationen (Stinchcombe 1973) und wissenschaftliche Disziplinen. Sie repräsentieren ein soziales Muster, das einen bestimmten und wiederholbaren Reproduktionsprozess offenbart. Ein immer wiederkehrendes Muster wird folglich als Institutionalisierung bezeichnet. Institutionalisierung meint also den Moment – beispielsweise einer Wissenschaftseinrichtung – der es erlaubt, von einer einigermaßen stabilen und andauernden Basis auszugehen. Diversifizierung deutet an, dass solch eine gefestigte Basis als Ausgangspunkt für Sondierungen in neue Richtungen gedeutet werden kann, die in einem nächsten Schritt als gefestigte Institutionalisierung erscheinen können

(Maasen u.a. 2012: 15). Zusammenfassend werden Institutionen folgendermaßen beschrieben:

»[I]nstitutions are socially constructed, routine-produced (ceteris paribus), program or rule systems. They operate as relative fixtures of constraining environments and are accompanied by taken-for-granted accounts. This description accords with the metaphors repeatedly invoked in discussions—metaphors of frameworks or rules.« (Jepperson 1991: 149)

Allerdings wäre es willkürlich, alle formalen Organisationen als Institutionen zu bezeichnen und dies als Distinktionsmerkmal heranzuziehen, schließlich gilt auch die Prozedur des Wählens als Institution. Institutionen können als abstrakte Objekte, die viele Formen sozialer Koordination annehmen, bezeichnet werden. Der Grad der Institutionalisierung unterscheidet sich je nach relativer Verwundbarkeit in Bezug auf soziale Interventionen. Hoch institutionalisierte Institutionen, wie Universitäten, sind resistent gegenüber Veränderungen, bestehen höchstwahrscheinlich seit langer Zeit und gehören zu den zentralen Objekten innerhalb organisationalen Feldes. Zudem werden sie als selbstverständlich angesehen. Einmal etabliert lösen sich Institutionen nur schwer wieder auf, aber sie können sich wandeln, entwickeln, deinstitutionalisieren oder reinstitutionalisieren. Dies geschieht durch Widersprüche oder exogene Schocks, die die Prozesse der Reproduktion der Aktivitäten einer Institution stören (Jepperson 1991: 152f.).

4.2 Vergleichende institutionelle Theorie: Ein Mehrebenenansatz

Grundsätzlich unterscheiden sich Ansätze institutioneller Theorie in ihrer Anwendungsebene, sind aber durch ihren Überbau miteinander verschränkt (DiMaggio/Powell 1991a: 3). Folglich ist der NI als theoretische Basis besonders gut geeignet, um eine Mehrebenenanalyse der wissenschaftlichen Produktivität durchzuführen, da multiple Analyseebenen miteinander verknüpft werden können. Die Verortung des Gegenstands auf mehreren Ebenen hilft, einzelne Ergebnisse in den übergeordneten Kontext einzubetten und eine Ebenen übergreifende Argumentation aufzubauen. Dies heißt aber auch, dass Analyseebenen keine in sich geschlossenen Systeme darstellen, sondern als offene Systeme (*open systems*) bezeichnet werden: Sie sind durchlässig in Bezug auf Aktivitäten und Bedeutungen innerhalb einer Ana-

lyseebene, jedoch verknüpfen sie wiederum mehrere Ebenen miteinander (Scott 2014 [1995]: 105).

Um den enormen Anstieg der wissenschaftlichen Produktivität und dessen zeit- und ortsübergreifende Veränderung nachzeichnen zu können, wird eine Analyse wissenschaftlicher Zeitschriftenartikel in den STEM+-Fächern auf mehreren Ebenen angestrebt. Zur Operationalisierung wird einerseits die Reichweite und andererseits die Anzahl der betroffenen Personen herangezogen. Obwohl der Schwerpunkt dieser Arbeit auf der Mesoebene (Organisationsformen und Organisationen) liegt, erfolgt die Einbettung der Analyse des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems auch auf der Makroebene (weltweit, Europa), da sie den Hintergrund für institutionellen Wandel auf der Mesoebene bildet (Abbildung 5). Zwischen den Analyseebenen sind Wechselwirkungen zu beobachten, die in dieser Arbeit nicht direkt und empirisch betrachtet werden können. Allerdings werden Verbindungen aufgezeigt. Die historische Entwicklung des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems kann nicht losgelöst von den globalen Entwicklungen betrachtet werden, da es einen enormen Einfluss auf den Ausbau der Systeme in anderen Ländern hatte und auch heute noch hat. Wiederum beeinflussen weltweite Trends die Organisation der Wissenschaft in Deutschland. Nationale und internationale wissenschaftliche Zusammenarbeit wurde im Zeitverlauf immer wichtiger und hat zu einer stärkeren Verschränkung einzelner Hochschul- und Wissenschaftssysteme durch gemeinsame Publikationen geführt (Kapitel 10). Aufgrund dieser Verzahnung einzelner Länder und den damit einhergehenden Wechselwirkungen zwischen den unterschiedlichen Analyseebenen (makro, meso, mikro) ist eine klassische, nationalstaatliche Analyse nicht mehr zielführend (Livingstone 2003; Chernilo 2006; Kosmützky 2015). Nichtsdestotrotz können Länder als vergleichbare Einheiten gesehen werden, da sie über klar definierte Grenzen und Strukturen verfügen. Allerdings ist auch zu beachten, dass ein Vergleich der Länder aufgrund ihrer Heterogenität und die Fokussierung auf eine Auswahl die Erklärungskraft der Ergebnisse einschränkt. Von den Fallstudien kann nicht direkt auf globale Entwicklungen geschlossen werden (Ebbinghaus 2005b: 137). Steigende Kooperationen haben einen Einfluss auf die nationale Organisation der Forschung. Ob sich ein ähnlicher Trend in allen Ländern in gleicher Weise beobachten lässt, wird durch einen Vergleich wichtiger europäischer Hochschul- und Wissenschaftssysteme überprüft. Hierbei werden die dominanten Organisationsformen benannt und miteinander in Beziehung gesetzt (Abschnitt 7.2). Die detaillierte Analyse

der Organisationsformen und einer Selektion von Einzelorganisationen sowie der führenden Publikationsproduzenten, die zur Produktion wissenschaftlichen Wissens beitragen, wird auf das Beispiel des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems beschränkt, um einen detaillierteren Einblick im Zeitverlauf zu bekommen. Die intensive Auswertung einer einzelnen Länderfallstudie kann ebenfalls nicht direkt auf andere Fälle übertragen werden (Ebbinghaus 2005b: 142). Dennoch trägt sie bei begründeter Auswahl zum allgemeinen Wissen – hier über wissenschaftliche Publikationen in Zeitschriftenartikeln in den STEM+-Fächern – bei (Gerring 2001). Die Ergebnisse der Untersuchung werden im empirischen Teil der Arbeit (Kapitel 7, 9 und 10) ausführlich besprochen.

Abbildung 5: Die unterschiedlichen Analyseebenen aus theoretischer Perspektive

Analyseebene	**Beschreibung**		**Konzeptioneller Strom des NI**
Makroebene	Globaler Vergleich *(world science system)*	➔	Weltkultur *(world polity)*
	Europäischer Vergleich	➔	Weltkultur *(world polity)*, Historischer Institutionalismus
Mesoebene	Organisationsformen	➔	Historischer & soziologischer Institutionalismus (*Mode 1* vs. *Mode 2* Wissenschaft & Triple-Helix)
	Einzelorganisationen	➔	Historischer Institutionalismus
Mikroebene	einzelne Wissenschaftler	➔	Soziologischer Institutionalismus

Quelle: Scott 2014 [1995]: 104ff; Suárez, Bromley 2016; eigene Darstellung

Auf der Makroebene wird zunächst die weltweite Expansion des Hochschul- und Wissenschaftssystems, einhergehend mit einem enormen Anstieg wissenschaftlicher Produktivität im Zeitverlauf analysiert. Der theoretische Ansatz der »Weltkultur« (Meyer 2005), im Englischen als *world polity*[43] bezeichnet, bietet eine breitere Linse des soziologischen NI auf die globale Arena. Der Fokus liegt auf globalen und internationalen Strukturen und Prozessen, die sich über lange Zeit entwickelt haben (Scott 2014 [1995]: 105);

43 Eine direkte Übersetzung des Begriffs *world polity* ist nicht möglich, da seine Definition weit über die politikwissenschaftliche Trias von *polity, policy* und *politics* hinausgeht. *World polity* bezeichnet übergreifende gesellschaftliche Kultur- und Strukturmuster, die weder vor Landesgrenzen noch anderen gesellschaftlichen Bereichen Halt machen (Hasse/Krücken 2005: 108f.; 42; Meyer 1987: 41).

Drori u.a. 2006). Mit Hilfe dieser Prozessperspektive können globale Diffusion und formale Strukturen der Entkopplung von formalen Grundsätzen und praktischer Anwendung erklärt werden (Suárez/Bromley 2016: 139). Obwohl es sich bei der Expansion des Hochschul- und Wissenschaftssystems um ein globales Phänomen handelt, soll zur weiteren Hinführung zur Analyse des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems eine Untersuchung wichtiger europäischer Länder erfolgen. Hierdurch wird eine Brücke zwischen der globalen Perspektive und der tiefgreifenden Analyse einer einzelnen Fallstudie geschlagen. Um die im organisationalen Feld der wissenschaftlichen Produktivität in Deutschland scheinbar divers und unabhängig voneinander operierenden Organisationsformen zu untersuchen, werden auf der Mesoebene Gemeinsamkeiten und Unterschiede dargestellt (Scott [1995] 2014: 106). Der historische Institutionalismus fokussiert zeitliche Entwicklungen und Prozesse, die erklären, wie Institutionen entstehen und sich verändern.

4.2.1 World Polity: Weltweite Diffusion von Wissenschaft und Wissenschaftspolitik

Mit einem Fokus auf globale Prozesse, historische Voraussetzungen und gesellschaftliche Folgen der weltweiten Diffusion von Wissenschaft und Wissenschaftspolitik definiert der *world polity* Ansatz Wissenschaft als zentrales Charakteristikum umfassender gesellschaftlicher Rationalisierungsprozesse (Drori u.a. 2003), die bestimmte Strukturformen legitimieren und hervorbringen, während andere an Legitimation verlieren. John W. Meyer (1987: 41) benennt drei wichtige Strukturformen: den Staat als Organisationsform des politischen Systems (1), Organisationsformen als grundlegendes Strukturprinzip der modernen Gesellschaft (2) und rationale, autonome Individuen als Handlungsträger (3). Anhand des Beispiels der Publikation von Zeitschriftenartikeln in den STEM+-Fächern werden die Prozesse und Mechanismen der Institutionalisierung von *world polity* in dieser Arbeit untersucht (Hasse/Krücken 2005: 43). Mit diesem Ansatz kann erklärt werden, warum viele Länder ähnliche Strategien der Konstitution ihres Hochschul- und Wissenschaftssystems verfolgen, obwohl die nationalen Kontexte von großer Bedeutung sind und Nationalstaaten und deren Wissenschaftsorganisationen eine voneinander abgrenzbare und komplexe Geschichte und individuelle Bedürfnisse haben. Dennoch entwickeln sich viele Organisationen strukturell ähnlich und institutionelle Prozesse produzieren eher Gemein-

samkeiten als Unterschiede und Einzigartigkeiten (Suárez/Bromley 2016: 147). Der *world polity* Ansatz bietet kausale Erklärungen für die globale Verbreitung wissenschaftlichen Wissens (*diffusion*) und Argumente, warum einige Ideen eher diffundieren als andere.

4.2.2 Historischer Institutionalismus: Pfadabhängigkeit beginnt an einer critical juncture

Besonders gut geeignet, um die Lücke zwischen der Betrachtung globaler Phänomene (Makroebene) und der Individuen (Mikroebene) zu füllen, ist der historische Institutionalismus. Durch die systematische Analyse möglicher Kausalzusammenhänge von Gemeinsamkeiten und Unterschieden der wissenschaftlichen Produktivität unterschiedlicher Hochschul- und Wissenschaftssysteme entlang eines umfangreichen historischen Rahmens wird untersucht, wie sich die Entwicklung der Hochschulbildung und der wissenschaftlichen Einrichtungen auf die wissenschaftliche Produktivität auswirken und wie sich auf diese Weise die Grundlagen einer »Wissensgesellschaft« herausbilden und wandeln. Im Zentrum des Interesses stehen zeitliche Prozesse, die erklären, wie Institutionen entstehen und wie sie sich verändern (Suárez/Bromley 2016: 143). Die Herausbildung von Institutionen steht in enger Verbindung mit ihrer historischen Entwicklung und besondere Aufmerksamkeit gilt ihrem Kontext und Umfang.

Das Konzept der Pfadabhängigkeit bildet den zentralen Ausgangspunkt des historischen Institutionalismus (Collier/Collier 1991; Suárez/Bromley 2016). Er beschreibt die Stabilität von Institutionen, die Richtungsentscheidungen basierend auf Basis »historischer Vorerfahrung« treffen. Spätere Entscheidungen einer Institution sind abhängig von einer Sequenz vorangehender Ereignisse – *history matters* (Ebbinghaus 2005a: 5). Ein institutioneller Pfad beginnt an einer *critical juncture.* Hierzu gehören beispielsweise die Umstrukturierung der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in die heutige Max-Planck-Gesellschaft, die Neugründung einer Universität, oder die Auflösung der Akademie der Wissenschaften der DDR und die Überführung einzelner Institute in bereits bestehende Forschungseinrichtungen der Bundesrepublik (Abschnitt 8.5). Diese bedeutsamen Wendepunkte im Lebensverlauf einer Institution sind relativ selten, aber umso bedeutender, da es Organisationen aufgrund von Effekten zweiter und dritter Ordnung schwer fällt einen bereits eingeschlagenen Weg zu verändern oder rückgängig zu machen. (Mahoney 2000; Thelen 2004). Bernhard Ebbinghaus (2005a)

unterscheidet zwei Prozesse, wie Pfadabhängigkeiten beschrieben werden können: spontan entstehende Trampelpfade (*trodden paths*) und Scheidewege (*branching pathways*), an denen aus verschiedenen Möglichkeiten des Fortgangs gewählt werden muss. Er beschreibt, dass der zweite Weg wesentlich besser geeignet ist, um institutionellen Wandel zu untersuchen. Aus diesem Grund wird dem ersten Modell in dieser Arbeit keine weitere Beachtung geschenkt (Ebbinghaus 2005a: 24).

Institutionen (soziale Regeln, Normen und Ideen) werden als gegeben hingenommen und nicht weiter hinterfragt, da sie eine gewisse Stabilität gegenüber Veränderungen aufweisen. Somit wird eher von institutioneller Beständigkeit als von institutionellem Wandel gesprochen (beispielsweise North 1990). Wann und wie Institutionen entstehen (Thelen 2004) findet seltener Eingang in die Literatur (Ebbinghaus 2005a: 6).

»In historical-institutionalist studies, the concept of path dependence has been used in a broader, non-deterministic sense: the concept ›path‹ is not primarily used to describe the emergence and persistence of an (unchanged) institution by repeated uniform basic decisions of individual actors, but the long-term developmental pathway of an institution, or complex institutional arrangement, shaped by and then further adapted by collective actors.« (Ebbinghaus 2005a: 14)

Aus dieser Aussage lässt sich schließen, dass Entscheidungen vom Zeitpunkt und der Reihenfolge an Ereignissen beeinflusst werden und auf der Makroebene stattfindende Veränderungen von Entscheidungen auf einer niedrigeren Ebene abhängen. In Abbildung 11 werden mögliche Ereignisse, die die Produktion wissenschaftlichen Wissens beeinflussen könnten, präsentiert. Beispielsweise wird zu zeigen sein, dass der Ausbruch des Zweiten Weltkriegs zwar einen punktuell dramatischen Einfluss auf die wissenschaftliche Produktivität in Deutschland hatte, diese aber nicht nachhaltig über mehrere Jahrzehnte beeinflusst hat. Um die *critical junctures* zu identifizieren, muss eine vergleichende und detaillierte historische und institutionelle Fallanalyse, wie sie in dieser Arbeit angestrebt wird, durchgeführt werden (Ebbinghaus 2005a: 16). Anhand des Beispiels Deutschlands hat Mitchell G. Ash (1999b) untersucht, ob und welchen Einfluss bedeutende Ereignisse in den Jahren 1933, 1945 und 1990 auf den wissenschaftlichen Wandel hatten. Drei mögliche Szenarien institutioneller Transformation sind denkbar: Stabilisation der Institution (1), eine leichte Abweichung vom Pfad und teilweise Erneuerung der Institution (2) und Stillstand oder Wechsel des Pfades (3).

Auf der Ebene von Organisationen spielen deren Prägungen (*imprinting*) und historische Kausalitäten (*historical causation*) eine große Rolle: die

schrittweise und unvorhergesehenen Veränderungen sowie einschneidende Ereignisse werden in die Analyse mit einbezogen. Das Konzept der Pfadabhängigkeit richtet seine Aufmerksamkeit also auf die Reihenfolge und den zeitlichen Ablauf institutioneller Entwicklungen. Jedoch haben einige Ereignisse wenig Bedeutung bis sie eine kritische Masse erreichen, während andere einen direkten, starken Einfluss haben (Suárez/Bromley 2016: 143f.).

Durch die Kombination beider Konzepte kann ein vollständigeres Verständnis der Entwicklung der Produktivität wissenschaftlichen Wissens in Form von Zeitschriftenartikeln erreicht werden. Jedoch unterscheiden sich die Ansätze ausreichend, um bestimmte Fragestellungen und Themenbereiche zu beleuchten, die mit dem jeweils anderen Ansatz nicht genügend Aufmerksamkeit erhalten würden. Der historische Institutionalismus beschäftigt sich mit langfristigen historischen Prozessen, die globale Modelle generieren können. Der *world polity* Ansatz hingegen bietet einen Analyserahmen zum besseren Verständnis der Diffusion dieser Modelle in eine neue Umgebung (Suárez/Bromley 2016: 154). Einschränkend ist für diese Arbeit zu sagen, dass die vollständige Erklärung institutionellen Wandels mehr erfordert als eine Pfadanalyse und die Erklärung der Prozesse des Wandels. Die Methode des *process-tracings* (Beach/Brun Pedersen 2013) bietet sich an, um die kausalen Mechanismen hinter den gefällten Entscheidungen mit Hilfe einer Einzelfallanalyse zu untersuchen, wurde in dieser Arbeit aber nicht berücksichtigt (Kapitel 12).

4.3 Die Transformation der Wissenschaft

Mitte der 1990er Jahre wurde innerhalb der Wissenschaftsforschung die Diskussion um einen Wandel der Wissensproduktion angestoßen (Kapitel 2). Es ging nicht nur um die Frage, ob es überhaupt zu einem Umbruch kam, sondern auch darum, wie sich der Wandel vollzogen hat sowie um die Frage, ob es zu einer Veränderung der Organisation der Wissenschaft selbst kam (Weingart 1997; Shinn 1999). Zu den größten Kritikpunkten an den Überlegungen gehört, dass nur wenige empirische Untersuchungen vorliegen, und dass der potenzielle Wandel der modernen Wissenschaft als einzigartiges Ereignis beschrieben wird, der erstmals auftritt. Terry Shinn (1999: 149f.) stellt dem entgegen, dass die Transformation der Wissenschaft nur innerhalb eines langjährig gewachsenen und auf einer fundamentalen Basis

stehenden Rahmens stattfinden kann. Er geht von der These aus, dass Wissenschaft per se konstant ist, sich aber im begrenzten Rahmen verändert (siehe auch Etzkowitz/Leydesdorff 1998). Viele der beobachteten Veränderungen sind nach Meinung des Autors nicht neu, sondern können auf historische Gegenstücke zurückgeführt werden. Somit führt eine Veränderung der Organisation der Wissenschaft nicht zwangsläufig zum Absterben einer bestimmten Kategorie oder der Herausbildung einer neuen Organisation (sform). Es ist zu vermeiden, Veränderungen als neu zu bezeichnen ohne die historische Entwicklung des zugrundeliegenden Hochschul- und Wissenschaftssystems zu berücksichtigen (Etzkowitz/Leydesdorff 1998: 162). Ergänzend sagt Dominique Pestre (2003: 246f.), dass nicht von der Hand zu weisen ist, dass es zu Veränderungen der Wege der Wissensproduktion kam. Um diese jedoch zu verstehen, muss nicht nur der historische, sondern auch der gesellschaftliche Kontext berücksichtigt werden. Peter Weingart (1997: 609) geht davon aus, dass der epistemologische Kern der Wissenschaft unangetastet bleibt, und dass es sich bei den neuen Formen der Wissensproduktion um Beschreibungen eines institutionellen Wandels handelt, nicht um eine Revolution der traditionellen Wissenschaft im Allgemeinen.

Ob es zu einer steigenden Heterogenität und organisationalen Diversität der Forschung kam, kann anhand einer Untersuchung der organisationalen Zugehörigkeit der Autoren eines Zeitschriftenartikels überprüft werden. In dieser Arbeit soll diesen Fragen nicht nur auf Basis des NI (siehe oben) nachgegangen werden, sondern es sollen auch zwei neuere theoretische Konzepte in die Untersuchung mit einfließen. Zum einen das Konzept zur Beschreibung der modernen Form der Produktion wissenschaftlichen Wissens (*Mode 1 zu Mode 2*) und zum anderen das Triple-Helix Modell zur Beschreibung der Beziehung zwischen Universitäten, Industrie und Staat. Beide Konzepte sind miteinander verzahnt, basieren jedoch auf unterschiedlichen Annahmen, die im Folgenden erläutert werden.

4.3.1 Mode 1 versus Mode 2 Wissenschaft

Eines der wichtigsten theoretischen Konzepte zur Beschreibung des Wandels der Wissenschaft wird als *The New Production of Knowledge* diskutiert. In der 1994 unter diesem Namen erschienenen Monographie stellen Anthony Gibbons, Camille Limoges, Helga Nowotny, Simon Schwartzmann, Peter Scott und Martin Trow die Ausgangsthese auf, dass sich die traditionelle Form der Wissensproduktion (*Mode 1*) verändert hat, und dass die Universi-

tät als klassische und seit Jahrhunderten bestehende Organisationsform der Wissenschaft nicht länger die wichtigste Rolle bei der Produktion wissenschaftlichen Wissens einnimmt, sondern dass eine Vielzahl weiterer Organisationsformen zur Produktion wissenschaftlichen Wissens beitragen (Zapp/Powell 2017: 1). Allerdings ist dieses Konzept immer wieder Kritik aus der wissenschaftlichen Fachgemeinschaft ausgesetzt, da es bisher nur wenige empirische Studien gibt (beispielsweise Zapp/Powell 2017 zur Bildungsforschung; Albert 2003 zu kanadischen Soziologie und Ökonomie Instituten; Kropp/Blok 2011 zur Soziologie in Dänemark), die sich mit der Frage der Veränderung der Wissensproduktion auseinandersetzen (Hicks/Katz 1996b; Weingart 1997; Shinn 1999; Crompton 2007). Alle Studien rufen dazu auf, weitere empirische Fallstudien über einen langen historischen Zeitraum durchzuführen, um einen potenziellen Wandel der Wissensproduktion nachzeichnen zu können. Ziel dieser Arbeit ist es, anhand des Beispiels wissenschaftlicher Publikationen in Zeitschriften in den STEM+-Fächern im Zeitraum von 1900 bis 2010 mit einem starken Fokus Deutschland, einen Teil dieser Forschungslücke zu schließen.

Mode 1 Wissenschaft wird als akademisch, disziplinär und autonom beschrieben. Theoretische und experimentelle Forschung sind die vorherrschenden Formen der Wissensproduktion (Nowotny u.a. 2003: 179). Die Universitäten gelten als zentrale Organisationen, die zu einem erheblichen Anteil die Produktion wissenschaftlichen Wissens vorantreiben (Shinn 1999) und die Bewertung wissenschaftlicher Qualität obliegt hauptsächlich den Mitgliedern der wissenschaftlichen Gemeinschaft (*peers* – eine Diskussion des Peer-Review-Prozesses in der Wissenschaft und die Differenz zwischen Qualität und Quantität erfolgte bereits in der Einleitung dieser Arbeit in Abschnitt 1.3).

Mode 2 Wissenschaft hingegen wird als wesentlich diverser, transdisziplinär, anwendungsorientiert und reflexiv charakterisiert. Die Universitäten verlieren ihr Monopol zur Produktion wissenschaftlichen Wissens. Wissensmanagement und -transfer sowie die Verbreitung von Wissen stehen im Mittelpunkt. Sie wurde in einem anwendungsbezogenen Kontext entwickelt, war aber nie als neues Label für angewandte oder programmatische Forschung gedacht, sondern als Weiterentwicklung des bereits bestehenden Modells, um der immer größer werdenden Diversität des Wissenschaftssystems und der vornaschreitenden Verzahnung von Wissenschaft und Gesellschaft Rechnung zu tragen (Nowotny u.a. 2003: 186ff.). Die Bewertung der Qualität wissenschaftlichen Wissens wird immer schwieriger, da

soziale, politische und ökonomische Einflussfaktoren an Bedeutung gewinnen (Weingart 1997: 593).

Mode 2 soll *Mode 1* nicht ersetzen, beide Modelle können weiterhin nebeneinander existieren. Die Globalisierung der Wissenschaft, die Verteilung von FuE Ressourcen und die wichtiger werdende Rolle spezialisierten Wissens zur Entwicklung technologischer Innovationen führte zu einer differenzierten und heterogenen Form des Wachstums von Wissen (Gibbons u.a. 1994: 34). Als Beispiel werden in dieser Arbeit die sich verändernden Muster der Publikation wissenschaftlicher Zeitschriftenartikel in STEM+-Fächern herangezogen: steigende Autorenzahlen pro Artikel, Diversität der eingebundenen Disziplinen, ein breiteres Spektrum an Organisationen, an denen die Autoren beschäftigt sind und die geografische Verteilung der involvierten Organisationen. Es wird davon ausgegangen, dass zwar weiterhin die Universitäten eine tragende Rolle bei der Generierung wissenschaftlichen Wissens im disziplinären Kontext spielen (*Mode 1*), dass Wissensproduktion aber mittlerweile in breiteren sozialen Settings stattfindet und nicht in einigen wenigen klassischen Organisationsformen, sondern eine Vielzahl an Individuen und Organisationen umfasst, die die Wissensproduktion weitreichend verteilen (*Mode 2*) (Gibbons u.a. 1994: 14). Helga Nowotny, Peter Scott und Michael Gibbons (2001: 117) beschreiben Wissensproduktion in ihrer Fortsetzung *Re-Thinking Science: Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty* als gesellschaftlich robust (*socially robust*) oder Kontext sensitiv (*context-sensitive*).

Andererseits gehen Forscher davon aus, dass *Mode 2* die originäre Organisation der Wissensproduktion beschreibt (Etzkowitz/Leydesdorff 2000), und dass *Mode 1* ein politisches Konstrukt des späten 19. und frühen 20. Jahrhunderts ist. *Mode 1* hat in ihrer reinen Form niemals bestanden, sondern moderne Wissenschaft – als soziale Institution – war schon immer im Interessengefüge von Politik und Wirtschaft verstrickt und Wissenschaft wurde seit jeher in unterschiedlichsten Organisationsformen (Universitäten, Akademien, Militär, Forschungsinstitute, Unternehmen und Ministerien) produziert, allerdings mit voneinander abweichenden Interessen (Pestre 2003: 245) (Kapitel 9). Dieser Argumentation folgend würden die gegenwärtigen Entwicklungen eine Wiederherstellung der früher vorherrschenden wissenschaftlichen Ordnung bedeuten (Zapp/Powell 2017: 3). Zudem bestehen große disziplinäre Unterschiede, wie die Forschung organisiert ist. Die Geistes- und Sozialwissenschaften waren schon immer eher an *Mode 2*, die Naturwissenschaften eher an *Mode 1* orientiert (Godin 1998).

4.3.2 Triple-Helix: Die Verzahnung von Universitäten, Industrie und Staat

Als zweites Konzept zur Beschreibung der Entwicklungsrichtungen der Wissenschaftssoziologie kann das Triple-Helix Modell zur Beschreibung der Beziehung zwischen Universitäten (Produktion neuen Wissens), Industrie (Generierung von Wohlstand) und Staat (Kontrolle) (Etzkowitz/Leydesdorff 2000; Leydesdorff/Meyer 2006) herangezogen werden. Sie stellen die Bedingungen für zukünftige Innovationen bereit – beschrieben als *endless transition* (Etzkowitz/Leydesdorff 1998: 205).[44] Im Gegensatz zur Idee von *Mode 2* entwickelte sich dieses Modell nicht aus einem wegweisenden Schriftstück heraus. Das theoretische Fundament wurde schrittweise in einer Vielzahl ineinander greifender Texte herausgearbeitet. Durch mehrere empirische Fallstudien wurde das Konzept untersucht (Shinn 2000: 600).

Mit Hilfe des Triple-Helix Modells kann ein Wandel organisationaler und institutioneller Settings sowie die Beziehung zwischen Institutionen untersucht werden. Beispielsweise kann die Veränderung des Publikationsverhaltens innerhalb neuer Organisationsformen analysiert und aus Perspektive der drei Komponenten betrachtet werden (Leydesdorff/Meyer 2006: 1442): Universitäten publizieren mehr wissenschaftliche Zeitschriftenartikel als Unternehmen. Unternehmen haben allerdings andere Ziele, wenn es um die Produktion wissenschaftlichen Wissens geht. Die Finanzierung der Forschung erfolgt innerhalb der Universitäten hauptsächlich durch öffentliche Mittel, in der Industrie durch private Förderung.

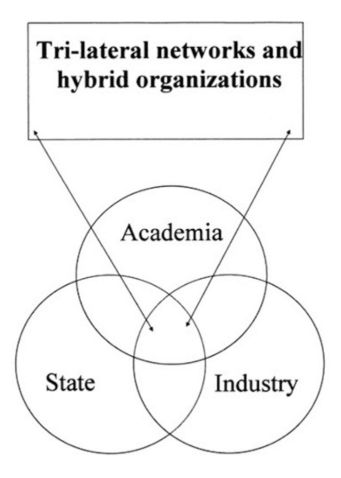
Die historische Rolle der Universität bleibt in diesem Konzept erhalten (Etzkowitz/Zhou 2006), jedoch wird davon ausgegangen, dass sie auf einen Wandel eingeht. Es kommt zu einer Erweiterung auf und Einbindung von sich wandelnden Umständen in Wissenschaft und Gesellschaft. So lange die Universität ihrem originären Bildungsauftrag nachkommt, ist zu erwarten, dass sie als Schlüsselinstitution bestehen bleibt. Zudem liegt das Potenzial zur Innovation und wirtschaftlicher Entwicklung eingebettet in der Universität, da sie stellvertretend für die Produktion, den Transfer und die Anwendung von Wissen steht. Die als *third mission* bezeichnete Idee beschreibt, dass Universitäten nicht mehr nur ihrem Auftrag von Forschung und Lehre nachkommen müssen, sondern weitere gesellschaftlich relevante Funktionen wahrnehmen sollten. Durch den steigenden Bedarf an Expertise streben

44 Die Einbindung in den historischen Kontext der Wissenschaftsforschung erfolgte im Kapitel zum multidisziplinären Kontext dieser Arbeit (siehe Kapitel 2).

Unternehmen zunehmend Kooperationen mit Universitäten an, die oft durch den Staat forciert und gefördert werden. Hierdurch kommt es zu einer Erweiterung der Rolle der Universitäten bei der ökonomischen Entwicklung ihrer Region (Etzkowitz/Leydesdorff 1998: 203).

Die Triple-Helix bietet auf der Ebene der Sozialstruktur ein Erklärungsmodell für die Weiterentwicklung der Wissensproduktion von einer *Mode 1* Wissenschaft zu einer *Mode 2* Wissenschaft, indem sie die Wissenschaft mit der Industrie und dem Staat in Beziehung setzt. Unterschiedliche institutionelle Settings überlappen sich, es kommt zur Herausbildung hybrider Organisationen, die sich an den Schnittstellen bilden (Etzkowitz/ Leydesdorff 2000: 117ff.; 111), beispielsweise das *Karlsruhe Institute of Technology* (KIT), oder die *Jülich Aachen Research Alliance* (JARA) in Deutschland (Abbildung 6; Kapitel 8 Beschreibung KIT, JARA). Die Triple-Helix beschreibt den normativen Wandel der Wissenschaft als Ergebnis eines Wandels innerhalb der Wissenschaft durch eine bestimmte Regierungspolitik. Obwohl Robert K. Merton davon ausging, dass solch ein Wandel niemals stattfinden würde, wird hier die Norm des Kommunismus der Wissenschaft (Abschnitt 2.2) durch eine Kapitalisierung der Wissenschaft ersetzt, sie drückt sich in der Einrichtung neuer Organisationsformen der Wissenschaft aus (Etzkowitz/ Leydesdorff 1998: 204f.).

Abbildung 6: Das Triple-Helix Modell



Quelle: Etzkowitz, Leydesdorff 2000: 111

Schon der Name des Modells suggeriert, dass die drei Komponenten des Konzepts untrennbar miteinander verbunden sind. Die Wissenschaft wird als vollständig in eine komplexe sozio-kognitive Institution eingebettet, betrachtet. Es kommt zu einer Re-Institutionalisierung der Wissenschaft, allerdings in einem System, dessen zugrundeliegende Logik auf wirtschaftlichem Wachstum und Profit basiert (Shinn 1999: 152). Die Dynamik des Modells wird durch Dynamiken des Marktes, politische Macht, sozialen Bewegungen und technologischen Veränderungen beeinflusst. Durch den anhaltenden Wandel innerhalb der Helices geraten die einzelnen Komponenten, Universitäten, Industrie und Staat, unter Druck. Allerdings wird die Beziehung durch drei miteinander verschränkte Prozesse vorangetrieben: institutioneller Wandel, evolutionäre Mechanismen und eine neue Position der Universität (Etzkowitz/Leydesdorff 2000: 113f).

Die Triple-Helix stellt ein Modell zur Erklärung einer *Mode 2* Wissenschaft als historisch gewachsene Struktur zur Produktion wissenschaftlichen Wissens und seiner Beziehung zu *Mode 1* bereit. Die Abkommen zwischen Industrie und Staat müssen nicht weiter konzeptualisiert werden. Als treibende Kraft der Beziehung zwischen den drei Komponenten fungiert die Erwartung von gegenseitigem Profit. Die Basis dieses Modells schafft Raum für Unsicherheiten und Wandlungsprozesse. Durch die Expansion der Hochschulbildung und Wissenschaft kommt es zu einer stärkeren Verwissenschaftlichung der Gesellschaft (Etzkowitz/Leydesdorff 2000: 118f.).

Zusammenfassend haben beide Konzepte, wie oben dargelegt, zur Beschreibung der Transformation der Wissenschaft ihre Stärken und Schwächen. Die Einbettung von Universitäten, Industrie und Staat in ihre nationalen Settings wird nicht berücksichtigt. Sie tragen der ansteigenden Globalisierung der Wissenschaft Rechnung, aber berücksichtigen nicht, dass die Organisation von Wissenschaft, Forschung und Lehre innerhalb der einzelnen Länder bestimmt wird und somit unterschiedliche Ausprägungen annehmen kann. Aus diesem Grund ist die Analyse der Organisationsformen, die wissenschaftliches Wissen in Form von begutachteten Zeitschriftenartikeln produzieren von besonderem Interesse in dieser Arbeit. Es soll hauptsächlich darum gehen, welche Organisationsformen zur Generierung wissenschaftlichen Wissens beitragen und wie sich ihre Anteile im Zeitverlauf verändert haben. Ein soziologischer Ansatz zur Beschreibung der Entwicklung und des Wandels der Produktion wissenschaftlichen Wissens in unterschiedlichen organisationalen Settings und Organisationsformen sollte beide Konzepte miteinander kombinieren (Shinn 2002: 610f.) und auch die

in Abschnitt 4.1 und 4.2 vorgestellten konzeptionellen Ströme des NI mit einbeziehen.

Nach der Vorstellung des theoretischen Rahmens und den Erklärungsansätzen, die zur Beschreibung der Entwicklung und Institutionalisierung globaler Wissenschaft in den empirischen Kapiteln herangezogen werden, folgt ein überleitendes Kapitel zur Bibliometrie. Als Spezialdisziplin hat sie sich zur Hauptaufgabe gemacht, die wissenschaftliche Produktivität auf unterschiedlichen Ebenen und mit ausgewählten Methoden zu untersuchen.

5. Bibliometrische Analysen im Überblick

Bibliometrie als eigenständiges Forschungsgebiet befasst sich mit der statistischen Analyse bibliografischer Informationen, besonders mit der Untersuchung von Autoren, Publikationen und Institutionen. Eingeführt wurde der französische Begriff *bibliométrie* von Paul Otlet in seiner *Traité de Documentation* (1934). Weltweite Berühmtheit erlangte er allerdings erst wesentlich später im Jahr 1969, als Alan Pritchard den englischen Begriff *bibliometrics* definierte. Er beschrieb Bibliometrie als »the application of mathematical and statistical methods to books and other media of communication.« (Pritchard 1969: 349)

Dieser ersetzt bis heute den bereits 1923 von E. Wyndham Hulme eingeführten Begriff *statistical bibliography*. Nahezu zeitgleich entwickelten Vasily Nalimov und Z. M. Mulchenko in Russland den Begriff der *naukometriya*. Die *Nauka o nauke* (Dobrov 1966), die Wissenschaft über die Wissenschaft war geboren. Sie wird auch als Szientometrie bezeichnet und wurde von Nalimov und Mulchenko 1969 definiert: »[T]he application of those quantitative methods which are dealing with the analysis of science viewed as an information process.« (Glänzel 2003: 6)

Aktuellere Definitionen fassen den Begriff der Bibliometrie wesentlich weiter. Howard D. White und Katherine W. McCain (1989: 119) beschreiben sie als »quantitative study as they are reflected in the bibliographies.« Wolfgang Glänzel und Urs Schöpflin fassen unter bibliometrischer Forschung alle Aspekte und Modelle der Wissenschaftskommunikation, Speicherung, Verbreitung und Veröffentlichung und die Suche nach wissenschaftlichen Informationen zusammen (Glänzel/Schöpflin 1994). Obwohl sich beide Begriffe unterscheiden (Havemann 2009: 9), werden sie heute

weitestgehend synonym verwendet (Glänzel ohne Jahr).[45] Sie überlappen sich in vielen Punkten und durch unterschiedliche Begriffsdefinitionen. In der Literatur sind sie nur schwer voneinander abzugrenzen. Je nachdem, welcher Aspekt betont werden soll, wird der eine oder der andere Begriff verwendet. Folglich werden auch in dieser Arbeit beide Begriffe gleichbedeutend verwandt.

Die Entstehung der Bibliometrie als Forschungsfeld

Der Begriff Bibliometrie wurde erst in den 1970er Jahren geprägt, allerdings gab es Studien, die sich mit dem zählen von Publikationen und Zitationen beschäftigen schon weitaus früher. Die Ursprünge der Disziplin werden von verschiedenen Autoren unterschiedlich früh angesetzt. Sicher ist, dass publizieren und zitieren seit Jahrtausenden Bestandteil menschlichen Handelns ist, auch wenn es sich nicht um klassische wissenschaftliche Verweise handelt, wie sie in dieser Arbeit verstanden werden. In seinem Überblicksartikel zeichnet Milos Jovanovic die *Frühgeschichte der Bibliometrie* (2012) detailliert nach. Bereits ägyptische Hieroglyphen und die mesopotamische Keilschrift können als erste Schriftformen der Menschheit gewertet werden (Maul 2006: 9; Sampson 1985: 78 zitiert nach Jovanovic 2012: 73). Als erste »echte« bibliometrische Analyse gilt die Untersuchung von Francis J. Cole und Nellie B. Eales (1917). Die Forscher untersuchten Literatur aus dem Gebiet der vergleichenden Anatomie der Jahre 1543 bis 1860 und stellten einen Zusammenhang zwischen der Anzahl der Publikationen und der politischen Ereignisse des Untersuchungszeitraums fest. Eine der ersten Zitationsanalysen im Bereich der Bibliometrie wurde von Gross und Gross (1927) angefertigt.

45 Mit ihrem Überblick über die Literatur der Bibliometrie, Szientometrie und Informetrie bieten William W. Hood und Concepción S. Wilson (2001) eine Abgrenzung der Begriffe an. Gegenstand der Bibliometrie ist der Output (hauptsächlich Publikationen) der Wissenschaft. Sie beschäftigt sich folglich nicht mit allen Aspekten der Wissenschaftsentwicklung (White/McCain 1989; Havemann 2009: 9). Die Szientometrie hingegen umfasst sowohl den Input (Menschen, Gebäude, Geräte, Infrastruktur) und den Output der Wissenschaft. Zudem hat sie die wissenschaftliche Ausbildung als Forschungsgegenstand (Scientometrics 1979). Sie geht der der Frage nach, wie wissenschaftliche Arbeit verglichen und vermessen werden kann und beantwortet Fragen der Wissenschaftspolitik (Brooks 1990). Beide Disziplinen sind Teilbereiche der Bibliotheks- und Informationswissenschaften. Ein dritter wichtiger Teilbereich der Bibliotheks- und Informationswissenschaft ist die Informetrie. Eingeführt von Otto Nacke (1979) beschäftigt sie sich mit mathematischen Gesetzmäßigkeiten und Methoden und deren Anwendung auf Sachverhalte des Informationswesens (Egghe/Rousseau 1990; Tague-Sutcliffe 1992).

Anhand der Analyse von Fußnoten des *The Journal of the American Chemical Society* versuchten die Forscher festzustellen, welche Zeitschriften im Bereich der Chemie wichtig waren, um Bibliotheken eine Entscheidungshilfe zu bieten, welche Zeitschriften für den Bestand angeschafft werden sollten. Als besonders herausragende bibliometrische Analysen müssen außerdem die Arbeiten von Alfred J. Lotka (1926), Samuel C. Bradford (1934) und George K. Zipf (1949) berücksichtigt werden, sie führten jeweils zur Ableitung einer Gesetzmäßigkeit. Lotka beschäftigte sich in seiner Studie mit folgender Frage: »It would be of interest to determine, if possible, the part which men of different calibre contribute to the progress of science.« (Lotka 1926: 317)

Indem er die Zahl von Einträgen in zwei naturwissenschaftlichen Fachzeitschriften miteinander verglich, kam er zu dem Ergebnis, dass die Verteilung von Autoren einer Potenzfunktion folgt, das heißt, dass viele Autoren wenig publizieren, aber nur wenige viel. Problematisch an Lotkas Analyse ist, dass nur Erstautoren berücksichtigt wurden. Durch die starke Zunahme (internationaler) Kooperationen und Ko-Autorenschaften (Kapitel 10) ist dieses einfache Verfahren zur Bestimmung der Produktivität von Autoren heute nicht mehr angemessen (Havemann 2009: 14). Bradford hingegen untersuchte die Verteilung von Artikeln auf Zeitschriften in den Bibliografien zweier Spezialgebiete und brachte die Zeitschriften in eine Rangfolge. Mit seinem Gesetz der Streuung von Literatur kam er zu dem Ergebnis, dass wenige Kernzeitschriften den größten Teil der Literatur eines Themengebiets enthalten, während viele andere Zeitschriften jeweils nur einen oder wenige Aufsätze zum Thema publizieren (Bradford 1934). Der US-amerikanische Linguist Zipf stellte die These auf, dass sprachliche Evolution dem Prinzip des kleinsten Aufwands folgt (Zipf 1949). Er kam mit seiner Untersuchung, ob häufig gebrauchte Wörter durchschnittlich weniger Silben oder Phoneme aufweisen (Zipf 1935), zu einem ähnlichen Ergebnis wie Lotka. Wenige Worte werden viel gebraucht, viele Worte wenig (Havemann 2009: 15f.). In den 1960er und 1970er Jahren folgten weitere Meilensteine in der Entstehungsgeschichte der Bibliometrie. Mit der ersten Veröffentlichung des *Science Citation Index* (SCI) (Kapitel 6) im Jahr 1963 (Garfield 1964) und der Veröffentlichung der Bücher *Little Science, Big Science* und *Science Since Babylon* von Derek J. de Solla Price (1974 [1963]; 1961) erlangte die Bibliometrie erstmals weltweite Aufmerksamkeit und etablierte sich endgültig als eigenständiges Forschungsgebiet (Glänzel ohne Jahr). Mit der steigenden Zunahme der Rechenkraft von Computern und der Entwicklung des SCI wurde es immer einfacher sehr große Mengen an Publikationen und Zitatio-

nen automatisch auszuwerten (Jovanovic 2012: 78; Glänzel ohne Jahr). Eine manuelle Auswertung der heute zur Verfügung stehenden Datenmengen ist schier undenkbar (Kapitel 6). Jedoch hat sich nicht nur die Menge an zu Verfügung stehenden Daten verändert, sondern auch der Fokus bibliometrischer Analysen.

»Warum sollten wir die Werkzeuge der empirischen Wissenschaften nicht auf die Wissenschaft selbst anwenden? Warum sollen wir nicht messen und verallgemeinern, Hypothesen aufstellen und Schlüsse ableiten?« (de Solla Price 1974 [1963]: 9)

Indem de Solla Price diese Frage stellte, wurde deutlich, dass es nicht mehr nur um die deskriptive Auszählung des vorhandenen Datenmaterials geht, um Erkenntnisse über die Entwicklung der Wissenschaft zu gewinnen, sondern auch um eine Beobachtung der Wissenschaftsentwicklung mittels Indikatoren (de Solla Price 1974 [1963]: 9). Zudem sollen die aus dem Datenmaterial gewonnenen Erkenntnisse darauf hin überprüft werden, ob man aus ihnen weiterreichende Theorien entwickeln kann. Dieses wichtige Werk gilt als klassische szientometrische Untersuchung mit bibliometrischen Anteilen und zeigt ganz deutlich, dass beide Bereiche fließend ineinander über gehen und nicht voneinander getrennt betrachtet werden sollten – wie auch in dieser Arbeit.

Nach einer Definition des Begriffs und Ausführung zu den wichtigsten wegweisenden Arbeiten der Bibliometrie folgt ein kurzer Abschnitt zur Nutzung der Bibliometrie als Instrument der Wissenschaftspolitik.

Bibliometrische Analysen als Instrument der Wissenschaftspolitik

Aufgrund der sich verändernden Wissenschaftslandschaft werden bibliometrische Analysen seit den 1990er Jahren gezielt als Instrument zur Bewertung wissenschaftlicher Leistungen eingesetzt (Ball/Tunger 2005: 11). Sie sind ein unübersehbares Kennzeichen von Wissenschaft, der sich kaum ein Forscher entziehen kann (Bornmann u.a. 2012: 234). Auch der WR hat sich für die Nutzung bibliometrischer Daten zur Erstellung von Evaluationen und Rankings ausgesprochen, besonders im Zuge der Einführung leistungsorientierter Mittelvergabe in Wissenschaft und Forschung in der Bundesrepublik (WR 2004a; 2004b). Bibliometrische Analysen wurden somit zu einem starken Instrument im Wissenschaftsmanagement und der Wissenschaftspolitik (Glänzel ohne Jahr). Im internationalen Vergleich werden in Deutschland bibliometrische Daten zu diesem Zweck allerdings erst seit kurzer Zeit eingesetzt. In den USA dienen sie bereits seit den 1970er Jahren als Grundlage

für Förderentscheidungen in der Wissenschaft. In Frankreich wurde 1990 zu diesem Zweck sogar ein eigenes Institut, das *Observatoire des Sciences et Techniques* (OST) eingerichtet. Auch in Skandinavien und der Schweiz werden bibliometrische Analysen zur Beobachtung und Bewertung des Wissenschaftssystems eingesetzt (Ball/Tunger 2005: 11). Als Zielgruppen dieser besonderen Form quantitativer Analysen gehören neben Bibliometrikern (Grundlagenforschung) und wissenschaftlichen Disziplinen (mit breit gefächerten Interessen) besonders die Wissenschaftspolitik und das Wissenschaftsmanagement (Forschungsevaluation) (Glänzel/Schöpflin 1994: 379).

Wie gezeigt werden konnte, kommt der quantitativen Form der Bewertung von Forschungsleistungen neben der qualitativen Form, durch Peers, eine zunehmende Bedeutung innerhalb der Wissenschaftslandschaft zu. Für statistische Analysen und den Aufbau von Patentdatenbanken stellt die Bibliometrie einen geeigneten Methodenkoffer zur Verfügung. Mit ihrer Hilfe können zuverlässige Indikatoren für einen Großteil interessanter Gesichtspunkte der Wissenschaft entwickelt werden (Havemann 2009: 3). Dennoch hat sich bisher keine Einheitlichkeit bei der Anlage und Durchführung bibliometrischer Analysen ergeben, sie werden eher durch implizites Wissen erfahrener Anwender geleitet (Bornmann u.a. 2012: 234). Aufgrund fehlender Standards, sollten die verwendeten Variablen besonders sorgfältig ausgewählt und definiert werden. Die Vorstellung des Forschungsdesigns und der genutzten Methoden dieser Arbeit folgt im nächsten Kapitel.

6. Forschungsdesign und Methoden

Um die theoretisch vermuteten Zusammenhänge dieser Arbeit überprüfen zu können, müssen im Voraus eine Reihe von Entscheidungen getroffen werden. Die Gesamtheit dieser Entscheidungen wird auch als Forschungsdesign bezeichnet. Die Hinführung zu den Ergebnissen dieser beginnt im nachfolgenden empirischen Teil. Bevor die Ergebnisse präsentiert werden können (Kapitel 7, 9, 10), wird zunächst der Projektkontext (Abschnitt 6.1) vorgestellt, in dem die Dissertation entstanden ist. Abschnitt 6.2 geht auf das methodische Vorgehen, also die Verbindung einer historischen Fallstudie und der zugrundeliegenden Daten, ein. Die nachfolgenden beiden Abschnitte diskutieren die besonderen Herausforderungen im Umgang mit bibliometrischen Daten (6.3) und gehen der Frage nach, ob die Daten als repräsentativ für den untersuchten Gegenstand gelten können (6.4). Als zusätzliche Datenquellen wurden die Statistiken des Statistischen Bundesamtes und der OECD herangezogen, um Informationen zum wissenschaftlichen Personal und den Ausgaben für FuE in die Untersuchung mit einzubeziehen (Abschnitt 6.5). Die empirische Umsetzung der Fragestellungen erfolgt in erster Linie über die Konzeptspezifikation und Operationalisierung der verwendeten Variablen (Abschnitt 6.6). Das Kapitel zum Forschungsdesign und Methoden schließt mit einer Vorstellung und Gegenüberstellung unterschiedlicher Zählweisen zur Berechnung der wissenschaftlichen Produktivität (Abschnitt 6.7) und einem kurzen Abschnitt 6.8 zur technischen Umsetzung der Gewichtung der Daten für die Stichprobe im Zeitraum von 1900 bis 1970.

6.1 SPHERE: Science Productivity, Higher Education, Research and Development, and the Knowledge Society

Diese Arbeit wurde im Rahmen des internationalen Forschungsprojekts *Science Productivity, Higher Education, Research and Development, and the Knowledge Society: China, Germany, Japan, Taiwan, Qatar, United States* (kurz: SPHERE)[46] erstellt. Mit einem Fördervolumen von 610.272 US Dollar, wurde es vom *Qatar National Research Fund* (QNRF), einer Organisationseinheit der *Qatar Foundation*, im Zeitraum von Dezember 2012 bis Juni 2015 finanziert. Durch die Einbindung von Wissenschaftlern unterschiedlicher Disziplinen und kultureller Hintergründe konnte das Projekt nicht an einem einzigen Forschungsstandort verortet werden. Um sich regelmäßig über den aktuellen Forschungsstand auszutauschen, wurden jährliche Projekttreffen (in Doha, Katar) und monatliche internationale Videokonferenzen organisiert. Hinzu kamen zahllose E-Mails und einzelne Treffen auf internationalen wissenschaftlichen Konferenzen. Eine detailliertere Beschreibung der Herausforderungen internationaler Forschungszusammenarbeit folgt in Kapitel 10.

Warum ist das Projekt SPHERE besonders gut geeignet, um die Forschungsfragen dieser Arbeit zu beantworten? SPHERE ist eine der ersten internationalen Studien, die eine systematische historische und institutionelle Analyse möglicher Kausalzusammenhänge der Gemeinsamkeiten und Unterschiede der wissenschaftlichen Produktivität unterschiedlicher Hochschul- und Wissenschaftssysteme anstrebt. Entlang eines umfangreichen historischen Rahmens, 1900 bis 2011, wurde untersucht, wie sich die Entwicklung der Hochschulbildung und der wissenschaftlichen Einrichtungen auf die wissenschaftliche Produktivität auswirken und wie sich auf diese Weise die Grundlagen einer Wissensgesellschaft herausbilden und wandeln (Kapitel 2). Das umfangreiche empirische Datenmaterial sowie die zusätzliche Kodierung der Zeitschriften und Artikel erlaubt erstmals eine genaue Analyse, Kategorisierung und Einordnung unterschiedlicher Organisationsformen neben den klassischen Organisationen Universitäten, Fachhochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen (siehe unten). Obwohl einige empirische Studien (Kapitel 3) bereits erste Hinweise auf eine globale Steigerung der Produktivität innerhalb der Wissenschaft geben und theoretische Konzepte vorgelegt wurden, um Hochschul- und Wissen-

46 Der folgende Link führt zur offiziellen Homepage des Projekts SPHERE, 17.03.2017, http://qatar.sfs.georgetown.edu/research/faculty-research/science-productivity-higher-education-development-and- knowledge-society.

schaftssysteme zu untersuchen (Kapitel 4), wurde die Verbindung von Theorie und Empirie bisher vernachlässigt. Als Gründe für die fehlende Verzahnung beider Bereiche wird eine zunehmende Spezialisierung der in diesem Feld tätigen Hochschul- und Wissenschaftsforscher sowie der Bibliometriker angeführt. Vorhandene Forschungsergebnisse werden ignoriert oder nicht hinreichend in die Aufarbeitung des eigenen Forschungsstands mit aufgenommen. Hinzu kommen Schwierigkeiten beim Datenhandling und die Komplexität des Gegenstandes. Mit dem SPHERE Projekt wurde erstmals der Versuch unternommen, diese Informationslücke zu schließen.

Ziel war es, der Frage nachzugehen, wie unterschiedliche Strategien zur Entwicklung von Hochschulbildung und Forschungsuniversitäten die langfristige und zwischenstaatliche Produktivität wissenschaftlichen Wissens in ausgesuchten Ländern (Fallstudien) erklären können. Hierzu wurden insgesamt elf nationale Fallstudien ausgewählt, die drei aufeinander aufbauende Phasen der Entwicklung wissensbasierter Gesellschaften repräsentieren und als Zentren wissenschaftlicher Produktivität[47] weltweit gelten: Beginnend mit Europa (Deutschland sowie Frankreich, Großbritannien, Belgien, Luxemburg) im 19. Jahrhundert, gefolgt von Nordamerika (USA) Mitte des 20. Jahrhunderts sowie Asien (Japan nach dem Zweiten Weltkrieg, China, Taiwan und Südkorea 1980er Jahre) und der Mittlere Osten (Katar 1990er Jahre). Neben der Rückmeldung der Ergebnisse an die untersuchten Länder richtet sich SPHERE auch an die Wissenschaft beziehungsweise Akteure in der Wissenschaftspolitik. Durch den langen Beobachtungszeitraum der Studie konnten drei wichtige Perspektiven eingenommen werden, um das schnelle Wachstum der Wissenschaft, die sich verändernde Rolle wissenschaftlicher Publikationen und die Entwicklung wissenschaftlicher Organisationen differenziert betrachten zu können (de Solla Price 1974 [1963]: 8).

Zur Beantwortung vieler sozialwissenschaftlicher Fragestellungen ist eine Verbindung unterschiedlicher Methoden notwendig (Kelle 2007: 14). Durch die besondere Anlage der Untersuchung erhofft sich die Autorin detaillierte Informationen zur Entwicklung der Produktion wissenschaftlichen Wissens auf Basis veröffentlichter Zeitschriftenartikel in den STEM+-Fächern. Das zweistufige Vorgehen zur Generierung der Ergebnisse dieser Arbeit wird im folgenden Abschnitt erläutert.

---

47 Die Produktion wissenschaftlichen Wissens in Form von Zeitschriftenartikeln in den STEM+-Fächern setzte in diesen Ländern zeitversetzt ein. Wie sich diese Entwicklung vollzogen hat und wann die Länder begannen zu publizieren, wird in Kapitel 7 beschrieben.

6.2 Methodisches Vorgehen

Obwohl die Anlage der Untersuchung hauptsächlich auf eine Analyse empirischer Daten fußt, soll zur Beantwortung der aufgeworfenen Forschungsfragen auf eine Kombination zweier Untersuchungsformen zurückgegriffen werden, die bereits im Projektkontext ihre Anwendung fanden (Powell/Baker/Fernandez 2017). Die Stärken ausgewählter Methoden sollen genutzt werden, um den komplexen Untersuchungsgegenstand von mehreren Seiten aus umfangreich und ergänzend betrachten zu können, da dieser viel zu komplex ist, um ihn lediglich mit einem methodischen Zugang verstehen und analysieren zu können (Tashakkori/Teddlie 2010: 9). Die Informationen zweier methodischer Herangehensweisen und unterschiedlicher Datensorten werden später genutzt, um die Forschungsergebnisse der Arbeit sinnvoll zu interpretieren (Creswell 2009: 14f.; 203ff.).

In einem ersten Schritt wird eine systematische historische und institutionelle Charakterisierung und Analyse des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems angefertigt (Kapitel 8), um die Entwicklung des Systems, die Erhöhung der Kapazität für die Wissenschaft und die hieraus folgenden Konsequenzen für die Entwicklung der wissenschaftlichen Produktivität zu beschreiben. Um zu verstehen, warum Deutschland von zentraler Bedeutung für den Ausbau wissenschaftlicher Produktivität weltweit ist, wird in einem vorangehenden Schritt eine Einbettung in den globalen Kontext vorgenommen (Kapitel 7). Diese historische und institutionelle Teilstudie bildet ein starkes Fundament für die darauf folgende quantitative Analyse wissenschaftlicher Zeitschriften in den STEM+-Fächern, basierend auf einem einzigartigen Datensatz von Thomson Reuters *Web of Science*, da der wissenschaftliche Output traditionell durch die Analyse publizierter Zeitschriftenartikel gemessen wird (Kapitel 5). Eine Beschränkung auf die STEM+-Fächer in dieser Arbeit ist zwingend notwendig, da allein in dieser Fächergruppe Zeitschriftenartikel (und in einigen Bereichen Patente) als wichtigstes Format zur Präsentation wissenschaftlicher Erkenntnisse und Entwicklungen in Form von Publikationen gelten. Hinzu kommt, dass die in der *Web of Science* Datenbank aufgenommenen Zeitschriften und Artikel zwar einen Bias aufweisen und keine vollständige Repräsentation der vorhandenen Zeitschriften darstellen und auch sonst fehlerbehaftet sind (siehe Abschnitt 6.4 zur Repräsentativität der Daten), allerdings sind die Daten über einen langen Zeitraum für alle Länder weltweit verfügbar und es werden nur Zeitschriften aufgenommen, die ein Peer-Review-Verfahren anbie-

ten. Somit kann eine gewisse Qualität der Beiträge (Abschnitt 1.3) sichergestellt werden. Durch diese Standardisierung wird erst eine Analyse der Quantität der Produktion wissenschaftlichen Wissens und ein Vergleich zwischen einzelnen Ländern ermöglicht.

6.2.1 Historische Institutionenanalyse

Wie in dieser Arbeit bereits mehrfach betont wurde, handelt es sich nicht um eine einfache Einzelfallanalyse (Gerring 2007) des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems, sondern um eine Fallstudie, die in den größeren globalen und europäischen Kontext eingebettet ist. Es geht einerseits um eine detaillierte Analyse innerhalb des Falls (Deutschland) und andererseits um Vergleiche zwischen Fällen (weltweit, Europa) (Gerring 2007: 28). Der Fokus liegt allerdings auf der umfassenden Untersuchung Deutschlands im Zeitverlauf. Um das empirische Material einordnen und bewerten zu können, wurde zunächst eine historische Institutionenanalyse durchgeführt. Die Betrachtung unterschiedlicher Ebenen, Dimensionen und des langen historischen Zeitraums der Arbeit impliziert, dass Querverbindungen geschaffen und benannt werden müssen.

Hierzu dient die bereits im theoretischen Teil der Arbeit beschriebene neo-institutionelle Herangehensweise. Entwicklungen auf den Analyseebenen (makro, meso) haben eine historische Dimension. Um die weltweite Expansion des Hochschul- und Wissenschaftssystems, einhergehend mit einem Anstieg an Publikationen im Zeitverlauf zu untersuchen, wird der Ansatz der »Weltkultur« (Meyer 2005; Abschnitt 4.2.1) genutzt. Hier liegt der Fokus auf den globalen Strukturen und Prozessen, die sich über einen langen Zeitraum hinweg entwickelt haben. Der Schwerpunkt der Arbeit liegt allerdings auf einer Analyse der Mesoebene (Organisationsformen und Organisationen). Eine Einbettung der Ergebnisse auf der Makroebene (weltweit, Europa) bildet den Hintergrund, um einen eventuell stattfindenden institutionellen Wandel auf der Mesoebene beobachten zu können (Abschnitt 4.2). Im Umkehrschluss kann aber nicht von der detaillierten Analyse einer Fallstudie (Deutschland) auf globale Entwicklungen geschlossen werden, da sich die institutionellen Settings von Hochschul- und Wissenschaftssystemen und die Relevanz von Organisationsformen innerhalb der Systeme unterscheiden. Der NI interessiert sich besonders für die Entwicklung, Funktion und Prinzipien im Zeitverlauf (Abschnitt 4.1). Es geht zudem um die Beschreibung institutioneller Persistenz oder institutionellen Wandels.

Dieser Prozess kann aber nur anhand einer historischen Beobachtung über einen längeren Zeitraum erfolgen. Als hilfreiches Konzept hat sich die Idee der Analyse von Pfadabhängigkeiten und *critical junctures* bewährt (Abschnitt 4.2.2). Organisationen können nicht als autonome Einheiten bezeichnet werden, sie sind eingebettet in die Institutionen der Gesellschaft (Scott 2006: 13), die sich wiederum erst etablieren müssen, dann aber Bestand haben. Der Grad der Institutionalisierung einer Wissenschaft produzierenden Organisation beeinflusst, wie leicht sich eine Organisation oder mehrere Organisationen gleichen Typs, zusammengefasst als Organisationsform, gegenüber Einflüssen von außen (beispielsweise der Politik oder Wirtschaft) behaupten kann (Zucker 1991 [1977]). Verortet werden die Organisationen der Wissenschaft in den organisationalen Feldern der Hochschulbildung und Forschung – das organisationale Feld setzt sich aus allen Organisation(sform)en zusammen, die in diesem Fall wissenschaftliche Zeitschriftenartikel produzieren (Abschnitt 4.1.2). Jedoch verhält sich solch ein Feld nicht vollständig stabil, es ist Veränderungen im Zeitverlauf unterworfen, die mit Hilfe einer historischen Institutionenanalyse nachgezeichnet werden. Durch die Identifikation der wichtigsten Organisationen innerhalb des Feldes, ihrer Charakterisierung, Aufgabenbeschreibung und Beschreibung unterschiedlich gelagerter institutionalisierter Ziele sowie der Art der Forschung kann ein Überblick darüber gewonnen werden, wie sich die Forschung im deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystem organisiert und ob sie Veränderungen erfahren hat.

Die in Kapitel 8 angelegte historische Analyse der Institutionalisierung des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems seit Beginn des 19. Jahrhunderts bildet die Basis für die empirische Auswertung der Daten. Besonders vor dem Hintergrund, dass Sozialwissenschaftler Bibliometrikern oft den Vorwurf machen, dass sich ihre Analysen sich auf die Erklärung von »Allgemeinplätzen« beschränken, und dass die wissenschaftlichen Standards empirischer Sozialforschung oft nicht eingehalten würden (Glänzel/Schöpflin 1994: 376ff.), wird im folgenden Abschnitt die für diese Untersuchung herangezogene Datenbasis präsentiert und zum anderen der Frage nachgegangen, warum die ausgewählten Daten für die Untersuchung der Fragestellung besonders geeignet sind.

6.2.2 Datengrundlage

Bevor die eigentliche Auswertung der Daten beginnet (Kapitel 7, 9, 10), ist eine Diskussion über die Festlegung des Objektbereichs dieser Arbeit unerlässlich. Diese erfolgt mit Hilfe der Definition der Grundgesamtheit und einer Beschreibung der aus ihr gezogenen Stichprobe. Aus diesem Befund heraus ergibt sich zudem die Frage nach der Logik der Auswahl der teilnehmenden Zeitschriften und Artikel und letztlich die Suche nach den Herausforderungen im Umgang mit bibliometrischen Daten, den Grenzen des Ansatzes und der Beantwortung der Frage der Repräsentativität der Daten.

Zu den wichtigsten Publikations- und Zeitschriftendatenbanken auf dem Markt gehören Thomson Reuters *Web of Science* und *Scopus* der niederländischen Firma Elsevier (www.scopus.com). Im Gegensatz zum *Web of Science* umfasst *Scopus* ein größeres Portfolio an Fächern und Publikationsformaten. Eine weitere interessante Zitationsdatenbank ist *Google-Scholar*. Diese kostenlose Suchmaschine listet ebenfalls wissenschaftliche Dokumente, die mit Hilfe der Suchmaschine im Internet gefunden werden können (scholar. google.de). Viele Wissenschaftler nutzen auch die Netzwerke *Academia.edu* oder *ResearchGate* (https://www. researchgate.net), um ihre eigenen Forschungsarbeiten zu präsentieren und mit anderen interessierten Personen zu teilen. Das Literaturverwaltungsprogramm *Mendeley* (https://www. mendeley.com) bietet eine Kombination aus Literaturdatenbank, Forschungsnetzwerk und Datenbank für Publikationen, die einfach online hochgeladen und mit anderen Wissenschaftlern geteilt werden können. Hinzu kommen viele weitere Spezialdatenbanken, die sich auf bestimmte Fächer, Interessengruppen oder Publikationsformen beschränken. Im Bereich der STEM+-Fächer spielen neben wissenschaftlichen Zeitschriftenartikeln auch Patente eine wichtige Rolle. Weltweit angemeldete Patente können in der Suchmaschine der Weltorganisation für geistiges Eigentum (*World Intellectual Property Organization;* WIPO) recherchiert werden,[48] oder europaweit auf der Webseite des Europäischen Patentamtes (https://epo. org). Bevor die Datenbanken für Analysen herangezogen werden, sollten Recherchen zu ihrem Inhalt, der Reichweite und ihren Einschränkungen durchgeführt werden, da sie sich zum Teil deutlich in der Qualität der bereitgestellten Informationen unterscheiden.

48 WIPO, Patentscope, 26.02.2018, https://patentscope.wipo.int/search/de/search.jsf.

Der Science Citation Index Expanded

Als wichtigste Datenquelle dieser Arbeit dient die wissenschaftliche Zeitschriftendatenbank *Science Citation Index Expanded* (SCIE), die als Teil des *Web of Science* (WoS) von dem US-amerikanisch-kanadischen Medienunternehmens Thomson Reuters zur Verfügung gestellt wird. Seit 2017 wird die WoS Datenbank von der nun eigenständigen Firma *Clarivate Analytics* (clarivate.com) betrieben.

Entwickelt wurde der *Science Citation Index* (SCI) – der Vorläufer des SCIE – von Eugene Garfield am *Institute for Scientific Information* in den 1960er Jahren. Obwohl der SCI erstmals 1963 veröffentlicht wurde, reicht seine Entstehungsgeschichte bis ins Jahr 1955 zurück (Garfield 1955). Garfields Idee war es, eine Art *World Brain* zu erschaffen, um möglichst jegliches dokumentiertes Wissen mit einem Knopfdruck verfügbar zu haben (Garfield 1964: 525). Jeder Wissenschaftler sollte die Möglichkeit bekommen, schnell und einfach alle Publikationen zu einem Thema zu finden, die eine oder mehrere andere Publikationen zitiert haben (Jovanovic 2012: 76). Zusätzlich sah Garfield im SCI die Möglichkeit die Wissenschaftsentwicklung quantitativ zu beobachten und als Instrument der Evaluation von Forschung zu nutzen (Havemann 2009: 8).

»A citation index is an ordered list of cited articles each of which is accompanied by a list of citing articles. The citing article is identified by a source citation, the cited article by a reference citation. The index is arranged by reference citations. Any source citation may subsequently become a reference citation.« (Garfield 1964: 528)

Der SCIE gilt heute als die im allgemeinen meist akzeptierte Datenbank zur Anfertigung bibliometrischer Analysen (Glänzel ohne Jahr). Als multidisziplinäre Datenbank enthält sie bibliographische Informationen in Kombination mit Zitationen. Durch den direkten Webzugriff über das WoS wurde 1997 die früher existierende Version des SCI, auf die nur mittels CD-ROM zugegriffen werden konnte, durch das leistungsstärkere und wesentlich umfangreichere Internet- Informationstool ersetzt (TR 2014a; Ball/Tunger 2005: 17). Der SCIE ist allerdings nur eine Teildatenbank des gesamten WoS. Insgesamt umfasst es zirka 12.000 wissenschaftliche Zeitschriften und mehr als 90 Millionen Einträge. Gespeichert werden nahezu alle Typen wissenschaftlichen Outputs (wissenschaftliche Zeitschriften, Bücher, Konferenzbeiträge und Patente), die dann in einer speziellen Teildatenbank mit Hilfe der WoS-Suchmaschine gesucht werden können. Es werden zwar hauptsächlich Publikationen der Natur- und Technikwissenschaften sowie

der Medizin im WoS gespeichert, jedoch befindet sich die Datenbank im ständigen Wachstum und umfasst mittlerweile auch Veröffentlichungen der Sozial-, Geistes-, und Kunst- und Kulturwissenschaften (TR 2014b). Der SCIE ist die größte Teildatenbank des WoS und umfasst laut Thomson Reuters 8.500 weltweit führende Zeitschriften der Mathematik, Ingenieur-, Natur- und Technikwissenschaften,[49] die ein Peer-Review-Verfahren durchlaufen haben. Zugegriffen werden kann auf Zeitschriften in einem Zeitraum von 1900 bis heute (TR 2014b).

Das Problem beim Zugriff auf die Zeitschriften und Artikel ist der beschränkte Zugriff auf Online-Ressourcen. Besonders die neuere Literatur ist nicht *open access* verfügbar und muss über wissenschaftliche Bibliotheken beschafft werden. Hinzu kommt, dass nicht jede Zeitschrift online verfügbar ist, *open access* Zugangsrechte erlaubt, oder schlicht nicht digitalisiert wurde. Dieser Umstand hat dazu geführt, dass ein Großteil der zu beschaffenden Informationen aus den Zeitschriftenartikeln für meine Analysen direkt im Archiv des TIB Leibniz-Informationszentrum Technik und Naturwissenschaften Universitätsbibliothek und der Bibliothek der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH)[50] recherchiert werden mussten (für Details siehe Abschnitt 6.3). Um einen Aufsatz in einer Literaturdatenbank finden zu können, müssen Informationen zu Erstautoren, Erscheinungsjahr, Titel, und Name der Zeitschrift bereitgestellt werden. Zusätzliche Informationen wie Schlüsselwörter, Abstracts und Institutionen vereinfachen das Auffinden relevanter Artikel zu einem Themenbereich (Havemann 2009: 8).

Die Nutzung des SCIE ist für die angestrebten Analysen dieser Arbeit besonders gut geeignet, da die Anzahl der Kernzeitschriften und Veröffentlichungen in international anerkannten wissenschaftlichen Zeitschriften in den STEM+-Fächern als Standardmaß für die Quantifizierung wissenschaftlicher Produktivität gelten (beispielsweise Bornmann u.a. 2012). Was unter wissenschaftlicher Produktivität in dieser Arbeit verstanden wird und wie diese anhand der vorhandenen Daten gemessen werden kann, wurde bereits

---

49 Eine Beschreibung, wie Thomson Reuters wissenschaftliche Zeitschriften für den SCIE auswählt, kann dem White Paper *Connecting Dots Across the Research Ecosystem* (TR 2014c) entnommen werden.

50 Die Nutzung dieser Universitätsbibliotheken bot sich nicht nur aus logistischen Gründen an, sondern auch, weil die TIB einen sehr großen Bestand an (historischen) Zeitschriften in den STEM+-Fächern bereitstellt. Die Leibniz Universität Hannover gehört zu den größten Technischen Universitäten Deutschlands. Am Standort Hannover befindet sich zudem eine große Medizinische Hochschule mit einer sehr gut ausgestatteten Bibliothek, die alle relevanten Zeitschriften aus dem Bereich der Medizin sammelt.

in Abschnitt 1.3 in der Einleitung dieser Arbeit definiert. Zur Analyse stehen Daten in einem Zeitraum von 1900 bis 2011 zur Verfügung. Der Beginn der Untersuchung lag im Herbst 2012, der Stichtag zur Datenziehung der für diese Arbeit zu Grunde liegenden Daten, war der 22.10.2012. Die Daten wurden dem Forschungsteam von der Firma Thomson Reuters in Form von Rohdaten zur Verfügung gestellt. Da zum Zeitpunkt der Datenziehung Informationen zum Jahr 2012 noch nicht zur Verfügung standen, markiert das Jahr 2011 das letzte zur Analyse zur Verfügung stehende Jahr.

Grundgesamtheit und Stichprobe

Die Festlegung des Objektbereichs einer Untersuchung erfolgt mit der Festlegung der Grundgesamtheit. Die Grundgesamtheit ist die »Definition einer Menge von Objekten, für die die Aussagen der Untersuchung gelten sollen.« (Schnell u.a. 2008: 265) Eine exakte Definition ist sehr wichtig, um die Theorie zu stützen und um zu präzisieren, über welche Objekte Aussagen getroffen werden können und über welche nicht (Schnell u.a. 2008: 266). Eine besondere Herausforderung bei bibliometrischen Analysen ergibt sich daraus, dass ihre Modelle Bausteine einer noch zu schaffenden empirisch fundierten Theorie der Wissenschaft sind. Die von Wissenschaftsforschern entwickelten theoretischen Ansätze müssen sich erst noch an bibliometrischen Forschungsresultaten bewähren, das heißt »ihnen erstens nicht widersprechen und darüber hinaus zu ihrem Verstehen beitragen.« (Havemann 2009: 10) Auch die Vielfalt der vorhandenen Daten sollte nicht über deutliche Lücken und Probleme beim Umgang mit bibliometrischen Daten hinwegtäuschen. Als besonders problematisch wird angesehen, dass die offiziellen Publikationszahlen den wahren Umfang wissenschaftlicher Produktivität unterschätzen, da im SCIE lediglich Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Zeitschriften, die ein Peer-Review-Verfahren durchlaufen haben, enthalten sind. In vielen Fachbereichen erfolgt die Verbreitung wissenschaftlichen Wissens jedoch nicht nur über die Publikation von Zeitschriftenartikeln. Konferenzbeiträge, Monografien, Beiträge in Sammelbänden, Berichte, Patente und viele andere Formen wissenschaftlichen Outputs werden nicht erfasst. Es können auch keine Aussagen zur Qualität von Forschung gemacht werden, da in dieser Arbeit lediglich eine quantitative Vermessung des Publikationsoutputs erfolgt und keine Analyse des Inhalts der Artikel. Da im SCIE hauptsächlich englischsprachige Zeitschriften erfasst werden, führen die oben genannten Punkte möglicherweise zu einer

Unterschätzung der Publikationszahlen (SBF 2011: 6f; siehe auch Abschnitt 6.4 über die Repräsentativität der Daten).

Die Grundgesamtheit des SCIE in Form von zur Verfügung gestellten Rohdaten umfasst alle wissenschaftlichen Zeitschriften und die in ihnen enthaltenen Formen wissenschaftlichen Outputs, die von 1900 bis 2011 (bis zum Stichtag der Datenziehung) in der WoS Datenbank erfasst wurden.

Wie bereits angesprochen, wird in dieser Untersuchung auf bereits vorhandene Datenbestände des SCIE zurückgegriffen. Das Hauptproblem bei der Nutzung von Sekundärdaten besteht in der Beschaffung adäquater Daten für die angestrebte Untersuchung. Zu überprüfen ist, ob Indikatoren beziehungsweise Variablen im Datensatz vorhanden sind, mit denen sich die zu Beginn dieser Arbeit aufgeworfenen Fragestellungen untersuchen lassen (Abschnitt 1.2). Außerdem muss das Auswahlverfahren, welches der Ausgangserhebung zu Grunde liegt, mit dem angestrebten Aussagebereich kompatibel sein. Es würde zum Beispiel nichts nutzen, wenn zwar geeignete Indikatoren vorliegen, diese jedoch nur für die wissenschaftliche Produktivität eines Landes erhoben wurden, die Sekundäranalyse aber vergleichende Aussagen über die wissenschaftliche Produktivität mehrerer Länder anstrebt (Schnell u.a. 2008: 51; 251f.).

Die Eingrenzung der Stichprobe bezieht sich auf die forschungsleitenden Annahmen und die zuvor festgelegten Untersuchungskriterien (Kapitel 1). Zur Bearbeitung der Fragestellungen dieser Arbeit wurden folgende Kriterien angelegt, um den Datensatz für die Analyse nutzbar zu machen:

Erstens, der Datensatz umfasst Daten aus den Jahren 1900 bis 2011. Von 1900 bis 1970 wurden die Daten in 5-Jahres-Schritten mittels einer geschichteten Zufallsstichprobe ausgewählt (das heißt 1900, 1905, 1910, … , 1970). Ab 1975 stehen die Daten vollständig und ab 1980 in Jahresschritten zur Verfügung. In dieser Arbeit beschränke ich mich auf die Analyse der Daten von 1900 bis 2010, da für die meisten Fragestellung Auswertungen in 5-Jahres oder 10-Jahres-Schritten ausreichend sind, um beispielsweise den Verlauf der Kurve der wissenschaftlichen Produktivität für den gesamten Zeitraum darzustellen.

Zweitens, die Klassifikation der Publikationen durch den Drittanbieter erfolgt nach eigenen Kriterien und deckt sich häufig nicht mit den Klassifizierungen der Zeitschriften (Meho/Spurgin 2005 zitiert nach Bornmann u.a. 2012: 241). Kurze Arbeiten mit originären Forschungsinhalten werden als *brief communications* oder *notes* bezeichnet (Moed u.a. 1996). David A. Pendle-

bury (2008: ohne Zahl) empfiehlt folgende Standardpraxis für bibliometrische Analysen:

»The standard practice is to use journal items that have been coded as regular discovery accounts (articles), brief communications (notes), and review articles – in other words, those types of papers that contain substantive scientific information. Traditionally left to side are meeting abstracts (generally not much cited), letters to the editor (often expressions of opinion), and correction notes.«

Da allerdings lediglich Originalmitteilungen neues Wissen enthalten und zur Erweiterung und Verbesserung des Wissensschatzes der Menschheit beitragen (Havemann 2009: 21), beschränke ich mich abweichend von der Standardregel in dieser Arbeit auf die Untersuchung von Forschungsartikeln (*articles*). Wenn im Folgenden der Ausdruck »Publikation« verwendet wird sind damit ausschließlich Arbeiten des Dokumententyps »Artikel« gemeint.

Drittens, die hohen Raten fehlender Informationen aufgrund fehlender Adressangaben auf den Zeitschriftenartikeln im Datensatz zwischen 1900 und 1975 hätten (vergleichende) Analysen der wissenschaftlichen Produktivität unmöglich gemacht. Die *missing rates* auf Ebene der Landesinformation betrugen weltweit im gesamten Datensatz zwischen den Jahren 1900 und 1940 zwischen 56 und 90 Prozent. Von 1945 bis 1970 waren die Anteile pro Jahr sogar noch größer (98,6 bis 99,8 Prozent). Um dieses Problem innerhalb der SCIE Datenbank auszugleichen, wurde entschieden, Zeitschriften und Zeitschriftenartikel auf Basis einer Zufallsstichprobe auszuwählen (Tabelle A1, im Anhang). Die Auswahl der Zeitschriften in den frühen Jahren erfolgte mit Hilfe einer geschichteten Zufallsstichprobe.[51] Zunächst wurde eine Liste aller Zeitschriften für jeden zur Verfügung stehenden Jahrgang erstellt. Mit Hilfe dieser Liste wurde jede Zeitschrift einer von vier Kategorien zugeordnet, die dem Zuordnungsschema von TR entspricht: S (*Science*), T (*Technology*), H (*Health*) und O (*Other*). Die Schwierigkeit über die Zuordnung liegt in der Entscheidung über die Fächerzugehörigkeit. Einige Zeitschriften decken ein breiteres Fächerspektrum ab und können nicht eindeutig einer Kategorie zugeordnet werden, oder müssten mehr als einer Kategorie angehören. In einem nächsten Schritt wurden mit Hilfe einer einfachen Zufallsstichprobe Zeitschriften zur Analyse ausgewählt. Aus jedem Jahr und jeder Zeitschriftenkategorie wurde eine Stichprobe in der Größe

51 »Geschichtete Zufallsstichproben‹ werden gezogen, indem die Elemente der Grundgesamtheit so in Gruppen (›Schichten‹, ›Strata‹) eingeteilt werden, dass jedes Element der Grundgesamtheit zu einer – und nur zu einer – Schicht gehört und dann einfache Zufallsstichproben aus jeder Schicht gezogen werden.« (Schnell u.a. 2008: 279)

von fünf Prozent unter Berücksichtigung der Zusammensetzung der S, T, H, O Kategorien gezogen (Tabelle A2, im Anhang). Beispielsweise standen für das Jahr 1920 insgesamt 167 Zeitschriften im Rohdatensatz zur Verfügung von denen 80 der Kategorie S (52 Prozent), 10 der Kategorie T (6 Prozent) und 65 der Kategorie H (42 Prozent) zugeordnet werden konnten. Innerhalb des SPHERE Projekts wurde entschieden, jeweils 30 Zeitschriften für die Jahre 1900 bis 1960 auszuwählen. Dieser Regel folgend wurden letztendlich 15 Zeitschriften der Kategorie S, 2 Zeitschriften der Kategorie T und 13 Zeitschriften der Kategorie H zufällig ausgewählt. Um dem exponentiellen Wachstum der Wissenschaft im Zuge der Hochschulexpansion Rechnung zu tragen, wurden für das Jahr 1965 64 Zeitschriften und für das Jahr 1970 108 Zeitschriften ausgewählt.

Viertens, aus den ausgewählten Zeitschriften wurden Zeitschriftenartikel ausgewählt. Aus forschungspraktischen Gründen wurde nach einem ausführlichen Pretest entschieden, dass aus jeder Zeitschrift eine zufällige Stichprobe von jeweils 30 Zeitschriftenartikeln gezogen werden soll. Betrug die Anzahl der Artikel einer Zeitschrift eines Jahrgangs weniger als 35 Artikel, wurden alle Artikel eines Jahrgangs ausgewählt und ausgewertet. Die Aussagekraft der Ergebnisse dieser Studie beschränkt sich auf eine konservative Definition der Messung wissenschaftlicher Produktivität, die sicherstellt, dass lediglich die für diese Fächer wissenschaftlich relevantesten Publikationen untersucht werden. Nämlich die Beschränkung auf Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften, die ein Peer-Review-Verfahren durchlaufen haben. Die getroffenen Aussagen besitzen zudem nur Gültigkeit für die Fächergruppen STEM+.

Fünftens, wurden Artikel identifiziert, die irrtümlicherweise im SCIE als Originalmitteilung (Artikel) ausgewiesen wurden, kam es zu einem 1:1 Austausch dieses Artikels mit einem zufällig ausgewählten Artikel aus derselben Zeitschrift. Das gleiche Verfahren wurde angewendet, wenn eine Artikelidentifikationsnummer (von TR als *accession number* (UT) bezeichnet) keinen Artikel vorgehalten hat. Auf diese Weise konnten viele Fehler in den Rohdaten des SCIE per Hand beseitigt werden.

Auf Zeitschriftenebene wurden drei wichtige Austauschregeln etabliert: Betrug die *missing rate* einer Zeitschrift auf Länderebene mehr als 20 Prozent wurde sie durch eine andere zufällig ausgewählte Zeitschrift ersetzt (1); fiel die absolute Anzahl der Artikel in den zur Verfügung gestellten Rohdaten mit der in der WoS dokumentierten Anzahl auseinander, wurde diese Zeitschrift durch eine andere ersetzt (2); ausgewählte Zeitschriften, die keine

Originalmitteilungen enthielten wurden ebenfalls ersetzt (3). Einige Zeitschriften werden von TR sowohl im SCIE als auch im SSCI gelistet, da sie eine disziplinenübergreifende inhaltliche Struktur aufweisen. Die Zuordnung von Zeitschriften mit einer ähnlichen fachlichen Ausrichtung zu einem Set von Zeitschriften und die darauf folgende Zuordnung von Publikationen zu einem Fachgebiet ist umstritten (vergleiche beispielsweise Bornmann u.a. 2008; Strotmann/Zhao 2010). In dieser Untersuchung wurde entschieden, Zeitschriften, die keine reinen Zeitschriften der STEM+ Fächergruppe sind, nicht aus der Analyse auszuschließen, da sie aufgrund ihres Charakters auch eine große Bedeutung in diesem Fachbereich spielen können und viele Zeitschriften eine Bandbreite an Beiträgen veröffentlichen, die durch die Fachkategorien der Zeitschrift nur unzureichend abgebildet werden (beispielsweise *Nature* oder *Science*) (Bornmann u.a. 2012: 247).

Unter Berücksichtigung dieser Kriterien ergibt sich für den Zeitraum von 1900 bis 2010 eine Fallzahl von insgesamt n=19.197.643 Zeitschriftenartikeln in n=176.221 wissenschaftlichen Zeitschriften.[52] Da die Berechnung der Anteile der Publikationen auf Basis von 5-Jahres-Schritten erfolgt und im Zeitraum von 1975 bis 2010 nicht der vollständige Datensatz zur Analyse genutzt wurde, wurden letztendlich n=5.089.233 Artikel und 42.963 Zeitschriften untersucht. Eine Löschung der Duplikate der Zeitschriftennamen über alle zur Verfügung stehenden Jahrgänge hinweg ergibt eine Anzahl an n=17.568 unterschiedlichen Zeitschriften, die zum Zeitpunkt der Datenziehung (Stand: Oktober 2012) im Datensatz inkludiert waren.

---

[52] Die Anzahl der Zeitschriftenartikel wurde auf Basis ihrer tatsächlichen Anzahl (zu den unterschiedlichen Berechnungsmethoden siehe Abschnitt 6.7) ermittelt. Die Anzahl der Zeitschriften basiert nicht auf der Anzahl unterschiedlicher Zeitschriften im Datensatz, sondern auf einer Auszählung der Anzahl der Zeitschriften pro Jahrgang. Das heißt, dass Zeitschriften mehrfach gezählt wurden, da sie in mehreren Jahrgängen zur Datenbasis des SCIE gehören.

6.3 Herausforderungen im Umgang mit bibliometrischen Daten

Der Umgang mit bibliometrischen Rohdaten erfordert eine gewisse Vorlaufzeit, bevor die Daten zur eigentlichen Analyse bereitstehen. Zunächst muss eine umfassende Datenbereinigung durchgeführt werden, »bei der Fehler in den Daten (z.B. durch Schreib-, Codier- oder Übertragungsfehler) gesucht und beseitigt werden.« (Schnell u.a. 2008: 13) Diese Vorstufe ist zwingend notwendig und hat im SPHERE Projekt mehrere Monate (siehe oben) in Anspruch genommen.

Besonders die Aufbereitung der Daten der Jahre 1900 bis 1970 war sehr aufwendig, da die Daten häufig fehlerhaft und nur unzureichend im Datensatz zur Verfügung standen. Häufig haben Informationen zur Zugehörigkeit eines Autors beziehungsweise mehrerer Autoren zu einer Forschungsinstitution und Länderinformationen gefehlt (siehe oben). Da globale Trendanalysen auf Länderebene und eine Untersuchung der Organisationsformen und einzelner Organisationen aufgrund dieser Zahlen nicht möglich wären, wurden die fehlenden Informationen per Hand nachgetragen. Hierzu habe ich im Zeitraum von Juni 2013 bis Dezember 2015 die Originalzeitschriften und -artikel entweder in Online-Zeitschriftendatenbanken der Universitätsbibliotheken in Hannover, Luxemburg und *The Pennsylvania State* sowie im ausgelagerten Archiv der Universitätsbibliothek Hannover in Rethen eingesehen, begutachtet und mit Hilfe einer Excel-Tabelle katalogisiert und fehlende Informationen, wenn vorhanden, ergänzt. Auf diese Weise wurden Tausende Artikel in einem Zeitraum von mehr als 2,5 Jahren bearbeitet. Ein Großteil der Daten der »frühen Jahre« konnten somit für eine Analyse aufbereitet und zur Verfügung gestellt werden. Für den Zeitraum 1900 bis 1940 war es besonders schwierig fehlende Informationen zu ergänzen, da es zu dieser Zeit noch nicht üblich beziehungsweise notwendig war, vollständige Informationen zu einem Autor eines Artikels bereitzustellen. Getreu dem Motto: »Man kennt sich ja« – die wissenschaftliche Gemeinschaft war zu dieser Zeit noch nicht besonders groß und herausragende Wissenschaftlerinnen kannten sich untereinander und waren auch über ihre Fächergrenzen hinaus bekannt. Es bestand einfach keine Notwenigkeit, Angaben über die eigene Organisationszugehörigkeit und das Land, in dem die Forschung betrieben wurde, zu machen. Beispielsweise wusste jeder Physiker, dass Albert Einstein seine wichtigen Publikationen zur speziellen Relativitätstheorie aus dem Jahr 1905 (a; b) *Zur Elektrodynamik bewegter Körper*

und *Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energieinhalt abhängig?* ($E=mc^2$), die in den Annalen der Physik erschienen und zufällig in unserer Stichprobe enthalten waren, in der Schweiz in Zürich schrieb, und dass er zwischen 1914 und 1932 in Berlin an der Universität und dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Physik tätig war. Aus diesem Grund wurden Informationen länderübergreifend im Projektkontext ausschließlich auf Ebene der Länderinformationen mit Hilfe einer einfachen Internetrecherche ergänzt, wenn fehlende Informationen auch in den Originalartikeln nicht dokumentiert waren. Führte diese Strategie zu keinem sicheren Ergebnis, wurde die Information weiterhin als *missing* gewertet. Obwohl die Stadt als Variable nicht im bereinigten Datensatz berücksichtigt wurde, ist diese Information von zentraler Bedeutung, da die Stadt die Brücke zwischen der Organisation, die räumlich an eine Stadt gebunden ist und dem Land, bildet.

Für meine eigenen Analysen des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems und meinem besonderen Interesse an den Wissenschaft produzierenden Organisationsformen im Zeitverlauf (Kapitel 9) musste ein zusätzlicher Kodierschritt unternommen werden. Nachdem die Zeitschriftenartikel eindeutig einem Land zugeordnet werden konnten, habe ich die Artikel, die Deutschland betreffen, zusätzlich auf Ebene der Organisationszugehörigkeit (Abschnitt 6.6.2) kodiert und in einem zweiten Schritt mit Hilfe dreier wissenschaftlicher Hilfskräfte[53] in Excel-Tabellen bereinigt.[54] Die besondere Schwierigkeit bestand darin, die in den Rohdaten gefundenen Schreibweisen der Einzelorganisationen anzupassen und Einzelinstitute ihrer jeweiligen Dachorganisationen (meist Universitäten oder außeruniversitäre Forschungseinrichtungen) zuzuordnen. Große Forschungseinrichtungen werden häufig auf viele verschiedene Arten in den Adressinformationen hinterlegt. Dies führt zu einem technischen Problem, da die Bereinigung der Adressinformation nicht computergestützt durchgeführt werden kann, sondern per Hand vorgenommen werden muss (Gauffriau u.a. 2007: 181). Hinzu kommen Entscheidungen darüber, welche Organisationen als eine Einheit betrachtet werden sollen (Abschnitt 6.6.2).

---

53 Die Autorin ist Pauline Siebert, Isabell Maue und Haythem Kamel Emam Badawy zu besonderem Dank verpflichtet. Ohne ihre unermüdliche Unterstützung und sorgfältige Recherche wäre die Beschaffung der Originalartikel sowie die Kodierung und Bereinigung der Daten im Rahmen dieser Dissertation nicht möglich gewesen.

54 Aus Datenschutzgründen können die Kodierlisten nicht im Anhang der Arbeit präsentiert werden. Sie stehen aber auf Anfrage zur Einsicht zur Verfügung.

Beispielsweise wurde die Humboldt-Universität zu Berlin auch als »HU«, »HU Berlin«, »hu berlin«, und »Humboldt Uni« bezeichnet – Schreibfehler stellen eine weitere Hürde dar. Hinzu kommt die ausschließliche Angabe von Instituten, die eindeutig der Humboldt-Universität zu Berlin zugeordnet werden können. Im Zeitverlauf haben viele Organisationen ihren Namen verändert. Auch diese Veränderungen müssen bei der Bereinigung der Daten berücksichtigt und besonders sorgfältig dokumentiert werden.[55] Beispielsweise wurde das Max-Planck-Institut für Chemie im Jahr 1911 als Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie in Berlin gegründet. Im Kriegsjahr 1944 wurde das Institut fast vollständig zerstört. Es folgte der Umzug in eine stillgelegte Textilfabrik in Tailfingen/Württemberg (heute Albstadt), wo begonnene Arbeiten mit dem unbeschadeten Inventar weitergeführt wurden. Gleich nach dem Krieg (1946) wurde das Institut in Mainz nahe der neu entstehenden Universität wieder aufgebaut. 1949 erfolgte die Umbenennung in Max-Planck-Institut für Chemie, das 1956 den Beinamen »Otto-Hahn-Institut« erhielt (http://www.mpic.de/geschichte.html). Die Anpassung der Namen und eine Dokumentation der Veränderungen im Zeitverlauf ist wichtig, um die Einzelorganisationen für eine spätere Auswertung mit Hilfe der Statistikanalysesoftware Stata 13, wiederzufinden und zusammenfassen zu können, da die Software Einzelorganisationen nur mit exakt gleicher Schreibweise als eine identifiziert. Anschließend an die Anpassung der Namen wurde jede Organisation einer Organisationsform zugeordnet (zur genauen Beschreibung der Vorgehensweise siehe Kapitel 9).

Durch dieses Vorgehen konnte die Fehlerrate (*missing rate*) auf Organisationsebene (Abbildung 7) für das deutsche Hochschul- und Wissenschaftssystem wesentlich verringert werden.

---

55 Hierzu wurde ein Codebook angefertigt, das Angaben zu den wichtigsten Organisationsformen der Wissenschaft enthält (Universitäten, Fachhochschulen, vier Dachorganisationen der außeruniversitären Forschungsinstitute). Beschrieben wurde der Name der Organisation, der Name, wie er in den Daten kodiert wurde, die Nummer der Organisationsform und Hinweise auf Besonderheiten (beispielsweise der Wechsel des Namens oder der Zugehörigkeit zu einer Organisationsform zu einem bestimmten Zeitpunkt). Des Weiteren wurde eine umfangreiche Liste aller anderen in den Daten auftauchenden Organisationen angefertigt.

Abbildung 7: Fehlerraten auf Organisationsebene, Deutschland 1900–2010

Quelle: SPHERE Projektdatenbank (Rohdaten; Thomson Reuters WoS SCIE), eigene Berechnung

Die Rate der fehlenden Informationen betrug in den Jahren 1900 und 1910 rund 44 Prozent. Im Jahr 1920 bereits etwas weniger, nämlich zirka 38 Prozent. Auch durch zusätzliche intensive Recherche konnten die Informationen nicht nachgetragen werden. Erst in den 1940er Jahren wurden die Lücken im Datensatz deutlich kleiner. Sie sanken von 17 Prozent im Jahr 1940 auf ungefähr 7 Prozent im Jahr 1950. Im Zuge der Hochschulexpansion und der Massifizierung der Bildung, einhergehend mit einer steigenden Anzahl an Wissenschaftlern (Kapitel 9), wurde es für Wissenschaftler zunehmend wichtiger eindeutige Angaben zu ihrer Organisationszugehörigkeit zu machen. Auch die Recherche und Zuordnung eines Forschers zu einer Organisation gestaltete sich im Verlauf der Kodierung der Daten als wesentlich einfacher. Die *missing rates* sanken auf unter ein Prozent und sind seit den 1970er Jahren bei der Analyse zu vernachlässigen.

Bibliometrische Daten werden jedoch nicht nur aufgrund vielfältiger Fehler und großer Lücken als kritisch betrachtet. Einerseits führen ein oberflächlicher und willkürlicher Umgang mit bibliografischen Daten seitens der Datenprovider zu Misstrauen. Andererseits jedoch sollten auch die Herausgeber wissenschaftlicher Zeitschriften und nicht zuletzt die Autoren selbst auf die Vollständigkeit notwendiger Informationen achten. Die Etablierung

technischer Standards und auch eine sorgfältige Dokumentation aller Schritte im Zuge einer bibliometrischen Analyse sollten als Grundsatz sorgfältigen wissenschaftlichen Arbeitens Berücksichtigung finden (Glänzel/Schöpflin 1994: 378ff.). Hierzu gehört es auch, die Grenzen des bibliometrischen Ansatzes aufzuzeigen und die Repräsentativität der verwendeten Daten zu prüfen. Ergebnisse der Analysen sollten folglich immer vor dem Hintergrund der geäußerten Kritik interpretiert werden.

6.4 Die Repräsentativität der Daten

Bis zur eigentlichen Auswertung des Datenmaterials müssen verschiedene Hürden genommen und wichtige Aspekte erläutert werden, um die Ergebnisse dieser Arbeit richtig interpretieren und einordnen zu können. Idealerweise sollte eine Untersuchung durchgeführt werden, die für die Grundgesamtheit repräsentativ ist. An diesem Punkt stößt SPHERE allerdings an die in dieser Arbeit schon mehrfach angesprochenen Forschungsdesiderate (Abschnitte 1.3, 1.5 und Kapitel 3).

Umgangssprachlich hat sich der Begriff der »Repräsentativität von Stichproben« oder auch »repräsentative Stichprobe« eingebürgert – er besitzt aber nicht die Gültigkeit eines »statistischen Fachbegriffs«, eher den einer Metapher, also eines bildhaften Vergleichs (Schumann 2011: 84; Diekmann 2008: 430). »Man spricht von Zufallsstichproben oder einer Wahrscheinlichkeitsauswahl, aber streng genommen nicht von repräsentativen Stichproben.« (Diekmann 2008: 430) In der Literatur wird der Begriff Repräsentativität nicht einheitlich verwendet. Abseits einer statistisch klar umgrenzten Bedeutung wird er zu einem schmückenden und inhaltsleeren Attribut für eine Vielzahl von Stichprobenuntersuchungen. Es handelt sich also um kein Gütekriterium, das für sich selbst spricht. (Schnell u.a. 2008: 305; Schumann 2011: 84; oder auch Kromrey 1987: 479).[56]

Werden wissenschaftliche Kriterien angelegt, kann die Verwendung des Begriffs Repräsentativität als ungenau und unnötig bezeichnet werden. Um die Güte einer Untersuchung beurteilen zu können, werden genaue Angaben über die Grundgesamtheit, den Ziehungsprozess, die Ausfälle und die ver-

56 Eine gelungene Zusammenstellung der unterschiedlichen Verwendungsweise des Begriffs Repräsentativität bieten Rainer Schnell, Paul B. Hill und Elke Esser (2008: 304 ff.) sowie Helmut Kromrey (1987) an.

wendeten Instrumente benötigt. Vereinfacht gesagt: bestimmte Grundgesamtheitsparameter müssen bekannt sein und die Daten einer Grundgesamtheit müssen als fehlerfrei betrachtet werden.

Genau an diesem Punkt wird das Problem beim Umgang mit den Daten aus dem SCIE sichtbar. Nur wenn nachfolgende Kriterien erfüllt werden, ist das Sample »mit angebbarer Wahrscheinlichkeit repräsentativ hinsichtlich sämtlicher Merkmale und Merkmalskombinationen – mit der (gewünschten) Konsequenz, daß aus den Stichprobenstatistiken auch auf unbekannte Parameter der Grundgesamtheit geschlossen werden kann« (Kromrey 1987: 479): Die Grundgesamtheit ist präzise abgrenzbar (1); es handelt sich um eine Zufallsauswahl (2); bei der Stichprobenziehung beziehungsweise Datenerhebung konnten verzerrende Einflüsse ausgeschaltet werden (3).

»Sind nicht alle Objekte der Grundgesamtheit erfassbar, sollte die Zufallsstichprobe aus einer zugänglichen, möglichst großen Teilmenge der Grundgesamtheit zusammengestellt werden. Dies hat zur Konsequenz, dass die Befunde genaugenommen nur auf diese Teilmenge der Grundgesamtheit generalisiert werden können, es sei denn, man kann begründen, dass die Teilmenge ihrerseits repräsentativ für die Gesamtpopulation ist.« (Bortz/Schuster 2010: 81)

Im Umkehrschluss kann ein Mangel an Repräsentativität leicht belegt werden. Am Beispiel des SCIE wird er an folgenden Punkten besonders deutlich mit folgenden Einschränkungen, die auch für die Aussagekraft der in dieser Arbeit präsentierten Ergebnisse gelten:

Als besonders problematisch wird angesehen, dass die offiziellen Publikationszahlen den wahren Umfang wissenschaftlicher Produktivität unterschätzen, da im SCIE lediglich Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Zeitschriften, die ein Peer-Review-Verfahren durchlaufen haben, enthalten sind. In vielen Fachbereichen erfolgt die Verbreitung wissenschaftlichen Wissens jedoch nicht nur über die Publikation von Zeitschriftenartikeln, von denen auch nicht alle ein klassisches Peer-Review-Verfahren vorsehen. Konferenzbeiträge, Monografien, Beiträge in Sammelbänden, Berichte, Patente und viele andere Formen wissenschaftlichen Outputs werden allerdings nicht erfasst (SBF 2011: 6f.).

Im SCIE werden hauptsächlich englischsprachige wissenschaftliche Zeitschriften sowie Zeitschriften aus dem US-amerikanischen Sprachraum erfasst (Shelton u.a. 2009). Möglicherweise führt dies zu einer Unterschätzung der Publikationszahlen, da Zeitschriften aus anderen Sprachräumen, kleineren und nicht-westlichen Ländern sowie Zeitschriften, die nicht in römischen Schriftzeichen publiziert werden (van Leuwen u.a. 2001) bei der

Analyse der Daten nicht berücksichtigt werden können. Marc Luwel (1999: 561) kommt in seiner Analyse allerdings zu dem Ergebnis, dass der Anteil der Abdeckung europäischer und US-amerikanischer Zeitschriften gleich hoch ist. Laut Selbstauskunft von TR (Testa 2016) deckt der SCIE die weltweit wichtigsten internationalen und regionalen Zeitschriften mit Hilfe eines standardisierten Auswahlprozesses ab. Als Hauptindikator dient der *Journal Impact Factor*, der jährlich für die Zeitschriften erhoben wird. Eine umfassende Auswahl an Zeitschriften bedeutet aber nicht gleichzeitig, dass sie ganzheitlich ist (Garfield 1990). Angelehnt an Samuel C. Bradfords Gesetz (1934), dass nur wenige Zeitschriften die wichtigsten Forschungsergebnisse eines Fachs publizieren (*Garfield's Law of Concentration*) (Garfield 1972; 1979), folgt TR dieser Vorgabe, die allerdings ständig an die Entwicklung wissenschaftlicher Themen angepasst wird. Die Datenbank wird fortlaufend aktualisiert und angepasst, unter Berücksichtigung folgender Kriterien: Publikationsstandards, redaktioneller Inhalt, internationale Fokussierung und Zitationsanalysen. Allerdings sind die Wachstumsraten der WoS Datenbank kleiner als für vergleichbare Datenbanken, was dazu führt, dass der SCIE einen immer kleiner werdenden Teil wissenschaftlicher Literatur abdeckt, besonders in Fächergruppen, die schnell wachsen (Larsen/von Ins 2010: 600).

Eine weitere Einschränkung bei der Interpretation der Ergebnisse dieser Arbeit ist der Fokus auf die STEM+-Fächer. Sie bilden den Hauptbestandteil der wissenschaftlichen Zeitschriften im SCIE, wobei auch hier zu beachten ist, dass einzelne Fächer in diesem Fächerspektrum unterschiedlich gut im Datensatz repräsentiert sind. Besonders außerhalb der naturwissenschaftlichen Kernfächer weist der SCIE in den Bereichen Computerwissenschaften und Ingenieurwissenschaften, Technik eine unzureichende Abdeckung auf. Ergänzend könnten fachspezifische Literaturdatenbanken herangezogen werden, um die Datenlage zu verbessern (Bornmann u.a. 2012: 239).

Für eine genauere Untersuchung der Repräsentativität der Daten wurde im Rahmen des SPHERE Projekts ein Vergleich der beiden wichtigsten Zeitschriftendatenbanken WoS und *Scopus* durchgeführt (Powell/Baker/Fernandez 2017). Die Analyse zeigt, dass beide Datenbanken einen ähnlichen Trend in Bezug auf die wissenschaftliche Produktivität und Abdeckung der Datenbanken aufweisen. Zur Überprüfung wurden die absoluten Publikationszahlen (auf *whole count* Basis) ausgewählter Länder miteinander verglichen. Die Korrelationskoeffizienten liegen für die wichtigsten untersuchten Länder im SPHERE Projekt (China, Deutschland, Frankreich,

Großbritannien, Japan, Katar, Südkorea, Taiwan und die USA) zwischen 0,956 und 0,998. Im Verglich zu diesen Ländern ist der Korrelationskoeffizient für Russland mit lediglich 0,545 sehr gering.

6.5 Die Daten der OECD, des Statistischen Bundesamtes und des Bundesministeriums für Bildung und Forschung

Zur Kontextualisierung der WoS Datenbasis wurden in dieser Arbeit weitere Datenquellen der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (*Organisation for Economic Cooperation and Development;* OECD), des Statistischen Bundesamtes (DESTATIS) und des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) herangezogen.

Um einen möglichen Zusammenhang zwischen den Ausgaben für FuE und der wissenschaftlichen Produktivität aufzudecken, wurde der Frage nachgegangen, wie viel ausgewählte Länder jährlich für FuE ausgeben (Abschnitt 7.1.2). Die Statistiken der OECD stellen diese Information in absoluten Zahlen und als prozentualen Anteil am BIP bereit.

Im Vergleich der wichtigsten europäischen Länder, die zur Produktion wissenschaftlichen Wissens beitragen, wurden nicht nur die absoluten Publikationszahlen für Belgien, Deutschland, Frankreich, Großbritannien und Luxemburg ausgewertet. Durch die unterschiedliche Größe der betrachteten Länder wäre ein alleiniger Vergleich der absoluten Zahlen nicht zulässig. Aufgrund dessen wurde in einem ersten Schritt der wissenschaftliche Output mit der Zahl der Einwohner (pro Kopf) in Beziehung gesetzt (Abbildung 12). Da wissenschaftliche Publikationen hauptsächlich von einer ausgewählten Gruppe der Bevölkerung (Wissenschaftler) produziert werden, wurde in einem zweiten Schritt die Zahl der wissenschaftlichen Publikationen mit der Anzahl der Wissenschaftler (Vollzeitäquivalente) in Zusammenhang gebracht (Abbildung 13). Eine Diskussion der von der OECD bereitgestellten Daten erfolgt dann in den jeweiligen Passagen der Arbeit.

Das Kapitel zur Beschreibung der Institutionalisierung des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems (Kapitel 8) greift auf Daten des DESTATIS und des BMBF zurück. Hierzu wurden Informationen zur Anzahl der Hochschulen und der außeruniversitären Forschungseinrichtungen gesammelt. Hinzu kommen detailliertere Daten zur Finanzierung von FuE, aufgeteilt nach Sektoren, Einrichtungsart und Bund-Länder Verteilung.

6.6 Konzeptspezifikation und Operationalisierung

Die meisten theoretisch entworfenen Konzepte sind viel zu unklar, als dass sie direkt in Messanweisungen überführt werden können. Über die Operationalisierung wird das Untersuchungsmodell in einem nächsten Schritt messbar gemacht (Schnell u.a. 2008: 128ff.). Zu diesem Zweck werden die Variablen aus der oben beschriebenen Datenbasis ausgewählt und näher erläutert. Die einzelnen Schritte der Operationalisierung werden jeweils mit Verweis auf den SCIE dargestellt.

Um die Forschungsfragen der Arbeit (Abschnitt 1.2) beantworten zu können, werden unterschiedliche Variablen zur Analyse herangezogen, mit deren Hilfe die Entwicklung der Hochschulbildung nachgezeichnet und mögliche Kausalzusammenhänge der Gemeinsamkeiten und Unterschiede der wissenschaftlichen Produktivität auf verschiedenen Analyseebenen untersucht werden können. Hierzu unterscheide ich zwischen Basisvariablen (Abschnitt 6.6.1), die direkt im Datensatz vorhanden sind, der zentralen Variablen dieser Arbeit – Organisationsform (Abschnitt 6.6.2) – und technischen Ergänzungsvariablen (Abschnitt 6.6.3), die notwendig sind, um die vorgesehenen Analysen überhaupt durchführen zu können.

6.6.1 Basisvariablen

Aus den zur Verfügung stehenden Zeitschriftenartikeln wurden vier Basisinformationen entnommen, auf denen die Variablen aufbauen: Die Anzahl der Autorinnen und Autoren (1) eines Zeitschriftenartikels, ihre organisationale Zugehörigkeit (2) sowie die Stadt (3) und das Land (4), in dem der Zeitschriftenartikel verfasst wurde. Die letzten beiden Variablen wurden aus der Angabe der Adressinformationen der Artikel herausgearbeitet.

Anzahl der Autorinnen und Autoren

Die »Anzahl der Autorinnen und Autoren« wurde einfach ermittelt, ohne den tatsächlichen Namen des Autors zu erfassen. Zur Verfügung steht die Information, wie viele Personen gemeinsam einen Zeitschriftenartikel verfasst haben. Diese wurden dann nummeriert (1, 2, 3, 4, …), sodass für jeden einzelnen Autor ein Eintrag in die Datenbank erfolgte.

Organisationale Zugehörigkeit (Organisation)

Die organisationale Zugehörigkeit beziehungsweise die Variable »Organisation« wurde aus der Adressinformation der Autoren gewonnen. Wie bereits oben beschrieben, musste bei der Bearbeitung dieser Variablen besonders sorgfältig vorgegangen werden, um diese für die Analyse nutzbar zu machen. Jedem Autor wurde eine eigene Organisation zugeordnet. Wurde ein Artikel von vier Autoren verfasst, von denen zwei an der Universität zu Köln tätig sind und zwei an der RWTH Aachen, wurde zunächst geprüft, ob die Adressinformationen den einzelnen Autoren sicher zugeordnet werden können. War dies nicht der Fall, so wurde abwechselnd ein Autor der Universität zu Köln und einer der RWTH Aachen zugeordnet, sodass ein ausgeglichenes Verhältnis der organisationalen Zugehörigkeit entstand. Im Fall, dass ein Autor zwei verschiedene Angaben zu seiner Organisationszugehörigkeit gemacht hat, wurde stets die erste Angabe übernommen.

Stadt

Die zweite aus der Adressinformation extrahierte Variable ist die »Stadt«, in der ein Zeitschriftenartikel verfasst wurde. Diese Variable steht allerdings nicht im Mittelpunkt der Analysen dieser Arbeit, sondern dient als »Hilfsvariable« zur Generierung der für die Auswertung benutzten Variable »Land«. Die Stadt, in der ein Artikel verfasst wurde hängt eng mit der organisationalen Zugehörigkeit beziehungsweise mit dem Standort der Organisation zusammen. Wurde die Stadt nicht direkt in der Adressinformation angegeben, wurde versucht, die Information durch einfache Internetrecherche nachzutragen. Bei Instituten mit zwei Standorten, beispielsweise dem Max-Planck-Institut für intelligente Systeme mit Standorten in Stuttgart und Tübingen, wurde bei Angabe der Stadt der exakte Ort verwendet, bei Nichtangabe wurde abwechselnd kodiert.

Land

Aus der Angabe der Stadt heraus wurde die Variable »Land« generiert. Sie bezeichnet nicht die Herkunft der Autoren eines Zeitschriftenartikels, sondern das Land, in dem die Organisation, an der sie ihren Artikel verfasst haben, verortet ist. Aufgrund des langen historischen Zeitrahmens, der im Projektkontext und in dieser Arbeit betrachtet wird, ist es wichtig kurz auf den Umgang mit sich auflösen und widervereinten Ländern einzugehen.

Besonders in Europa kam es im Zeitverlauf zu wesentlichen Veränderungen – beispielsweise den Zerfall der ehemaligen Sowjetunion (UdSSR) im Jahr 1991 oder die Deutsche Wiedervereinigung (1990). Um einer möglichen Verzögerungszeit von der Fertigstellung eines Zeitschriftenartikels bis zur tatsächlichen Publikation Rechnung zu tragen, wurde der Artikel in einer Zeitspanne von bis zu drei Jahren nach der Verschiebung der Grenzen dem ehemaligen Land zugerechnet. Auf Basis dieser Drei-Jahres-Regel wurden beispielsweise Artikel, die bis Ende 1994 an Forschungseinrichtungen innerhalb der ehemaligen Sowjetunion erstellt und publiziert wurden als UdSSR kodiert. Wurde ein Artikel von einem Autor mit einer Organisationszugehörigkeit innerhalb der UdSSR im Jahr 1995 und später publiziert, wurde das Land entsprechend des zum Publikationszeitpunktes bestehenden korrekten Namens des Landes kodiert. Das gleiche Vorgehen gilt auch für die Kodierung der Städtenamen. Als prägnantes Beispiel gilt die Stadt Breslau (polnisch *Wroclaw*). Bis 1918 war die Stadt Teil des Deutschen Kaiserreichs, von 1919 bis 1933 Teil der Weimarer Republik und von 1933 bis 1945 Teil des Deutschen Reiches. Im Zeitraum von 1900 bis 1945 wurde die Stadt also zu Deutschland gezählt. Erst nach Beendigung des Zweiten Weltkriegs wurde Breslau im Mai 1945 verwaltungsrechtlich an das Land Polen übergeben. Artikel aus dem Jahr 1945 und später wurden also der Ländervariablen Polen zugeordnet.

Für die detaillierten Analysen des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems wurde die Variable »Land« folgendermaßen kodiert: Von der Zeit des Deutschen Kaiserreichs (hier Start 1900–1918) über die Weimarer Republik (1919–1933) bis zur Beendigung der Zweiten Weltkriegs und der Teilung Deutschlands (1933–1949) als »Deutschland« (DEU). In der Zeit zwischen 1949 bis 1989 wurde zwischen West- und Ostdeutschland, also der »Bundesrepublik Deutschland« (BRD) und der »Deutschen Demokratischen Republik« (DDR) unterschieden. Nach der Wiedervereinigung im Jahr 1990 wurden Zeitschriftenartikel aus beiden Teilen Deutschlands wieder gemeinsam als DEU kodiert.

Da die Zugehörigkeit eines Zeitschriftenartikels zu einem Land allein auf der derzeitigen Position des Autors basiert und nicht auf seiner Nationalität, kann es zu Verzerrungen des Publikationsoutputs kommen, wenn internationale Organisationen, wie beispielsweise das CERN, untersucht werden, da Publikationen, die unter diesem Namen nur der Schweiz zugerechnet werden, obwohl das CERN mittlerweile 22 Mitgliedsstaaten umfasst.

6.6.2 Die Variable »Organisationsform«

Die »Organisationsform« als Variable war nicht im Datensatz von TR enthalten, sondern wurde durch aufwendige Kodierarbeit (siehe oben) neu generiert, um feinere Auswertungen auf dieser Analyseebene zu machen. Hierzu wurden alle in den Daten zu findenden Einzelorganisationen einer der folgenden zwölf Organisationsformen zugeordnet: »Akademie« (Code 1), »Gesellschaft, Verein« (2), »Unternehmen« (3), »Behörde, Ressortforschungseinrichtung« (4), »Krankenhaus« (5), »Laboratorium« (6), »Militär« (7), »Museum« (8), »nicht-universitäre Bildungseinrichtung« (9), »Forschungsinstitut« (11), »Universität« (12) und »wissenschaftliche Infrastruktur, Forschungsinfrastruktur« (13). Zusätzlich wurde die Variablenausprägung »Andere« (10) geschaffen, um Organisationen in die Analyse mit aufzunehmen, die in keine der erstgenannten Kategorien passen.

Die Charakterisierung und inhaltliche Beschreibung beziehungsweise Abgrenzung der einzelnen Organisationsformen mit ihren Aufgaben, Zielen und der Art der Forschung, die in ihnen betrieben wird (siehe Matrix der Organisationsformen; Tabelle 4), erfolgt ausführlich in einem gesonderten Abschnitt in Kapitel 9 dieser Arbeit. In diesem Abschnitt werden ausschließlich wichtige technische Details zur Kodierung einzelner Organisationsformen besprochen.

Um eine konsistente Kodierung der Daten im Zeitverlauf sicherzustellen, wurden jeweils zwei Fragen an die Einzelorganisation gerichtet, um sie einer Organisationsform zuzuordnen:

1. Wer hat die Forschung durchgeführt?
2. Welche Rolle hat die Organisation in der Wissenschaft inne?

Prinzipiell wurden bei einem einfachen Update des Namens einer Organisation, ohne Änderung der Organisationsform, der gegenwärtige Name genutzt. Dieser Fall ist typisch für Universitäten. Beispielsweise änderte die Technische Hochschule Berlin ihren Namen nach ihrer Wiedereröffnung 1946 in Technische Universität Berlin. Bei Organisationen, die Teil einer größeren Einheit oder Dachorganisation sind, wurden die Namen, die zur Zeit der Publikation bestanden, beibehalten. In den 1950er Jahren wurden die Institute der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in die 1948 gegründete Max-Planck-Gesellschaft überführt. Das 1914 gegründete Kaiser-Wilhelm-Institut für Hirnforschung wurde zum Beispiel in den Daten bis zum Jahr 1945 mit seinem ursprünglichen Namen kodiert. Im Jahr 1948 wurde es umbenannt in Max-Planck-Institut für Hirnforschung und taucht im genutzten

Datensatz ab 1950 unter diesem Namen auf. Obwohl die Akademien zu den außeruniversitären Forschungseinrichtungen zählen, werden sie in dieser Arbeit als eigenständige Organisationsform untersucht, da sie einen »besonderen Typus wissenschaftlicher Organisationen« (Lentsch 2010: 407) darstellen und sich in Bezug auf ihre wissenschaftliche Ausrichtung, Aufgaben und Ziele von anderen Forschungseinrichtungen unterscheiden. Zu ihnen gehören hauptsächlich die in der Union der Akademien der Wissenschaften vereinigten Organisationen sowie die Leopoldina Nationale Akademie der Wissenschaften und die Akademie für Technikwissenschaften (acatech).

Gesellschaften und Vereine unterscheiden sich von Unternehmen insofern, dass sie keinen Gewinn erwirtschaften und einen bestimmten Zweck verfolgen. Es handelt sich um einen Zusammenschluss von Menschen (hier meist Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler), die sich durch ein bestimmtes Interesse an einem Gegenstand auszeichnen, den gleichen Berufsstand haben, beispielsweise die Mitglieder des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) oder einer Disziplin angehören (beispielsweise Gesellschaft Deutscher Chemiker e.V.). Beschränkt wird sich auf »professionelle« Gesellschaften im wissenschaftlichen Kontext. Sportvereine werden beispielsweise in der Kategorie »Andere« mit aufgenommen, da sie eine andere Funktion mit unterschiedlichen Zielen verfolgen, als Zusammenschlüsse von Wissenschaftlern.

Synonym zum Begriff der Unternehmen können auch die Begriffe Firmen oder Betriebe benutzt werden. Von den Gesellschaften und Vereinen grenzen sie sich insofern ab, da sie einen (privat)wirtschaftlichen Zweck erfüllen und an Gewinnerzielung orientiert sind. In Deutschland weisen Unternehmen unterschiedliche Rechtsformen auf, die als Identifizierungsmerkmal zur Kodierung eines Unternehmens herangezogen wurden. Zu den wichtigsten gehören Gesellschaft mit beschränkter Haftung (GmbH), Einzelunternehmen, Gesellschaft bürgerlichen Rechts (GbR), Unternehmergesellschaft (UG) haftungsbeschränkt und Gesellschaft mit beschränkter Haftung & Compagnie Kommanditgesellschaft (GmbH & Co. KG) sowie Aktiengesellschaft (AG).[57] Die in der DDR vorherrschenden Volkseigenen Betriebe (VEB) wurden auch als »Unternehmen« kodiert, da sie in ihrer Funktion den westdeutschen Unternehmen näher stehen, als den Behörden und Ressortforschungseinrichtungen, obwohl sie unter staatlicher Kontrolle standen.

---

[57] Businessmagazin für Unternehmer, förderland, 26.02.2018, http://www.foerderland.de/gruendung/rechtsformen/.

Unter »Behörden und Ressortforschungseinrichtungen« werden Landes- und Bundesministerien verstanden sowie Forschungseinrichtungen, die den Bundesministerien nachgeordnet sind. Der aktuelle *Bundesbericht Forschung und Innovation* (2016c: 111ff.) weist die derzeit als Ressortforschungseinrichtungen bezeichneten Organisationen aus. Im Gegensatz zu den außeruniversitären Forschungseinrichtungen können diese Organisationen nicht völlig frei über ihr Forschungsprogramm verfügen, sondern müssen sich an den Ministerien und ihrer Agenda orientieren.

Unter den Krankenhäusern werden nur jene Kranken- und Heilanstalten zusammengefasst, die nicht Teil einer Universität sind oder als akademisches Lehrkrankenhaus bezeichnet werden und somit eigenständig Forschung betreiben. In diesem Fall wurden die Krankenhäuser den jeweils übergeordneten Universitäten zugerechnet und auch als solche kodiert, da davon ausgegangen wird, dass die Forschung Teil des akademischen Lehrbetriebs an den »Mutteruniversitäten« ist.

Laboratorien, die Teil eines Unternehmens oder einer übergeordneten Forschungseinrichtung (Universität, außeruniversitäres Forschungsinstitut) sind, wurden wie im Fall der Krankenhäuser, den jeweiligen übergeordneten Organisationen zugeordnet. Lediglich eigenständige oder privat betriebene Laboratorien wurden in der Variablenausprägung »Laboratorium« zusammengefasst.

Da es sich im Fall der Militärforschung um einen besonderen und sensiblen Bereich der Forschung handelt, wurde eine extra Variablenausprägung gebildet, unter der sowohl die Bundeswehrkrankenhäuser sowie -universitäten als auch andere Einrichtungen der Bundeswehr subsummiert werden.

Die Abgrenzung der Museen von anderen Organisationsformen ist nicht ganz einfach, da viele von ihnen mittlerweile Teil der Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz – und somit zu den Forschungsinstituten gehören – sind oder ihre Sammlungen als Forschungsinfrastrukturen bezeichnet werden können. Hinzu kommen Museen, die an Universitäten angegliedert sind. Lediglich Museen, die völlig selbständig, ohne Bezug zu einer anderen Organisation agieren, werden in der Variablenausprägung »Museum« versammelt.

Die Abgrenzung von nicht-universitären Bildungseinrichtungen (hier hauptsächlich Fachhochschulen) und Universitäten erfolgte durch das Distinktionsmerkmal der Universitäten, die das Monopol auf die Vergabe der Lehrberechtigung (Habilitation) und des Doktortitels (Promotion) haben. Zu den Universitäten zählen folglich auch alle mit den Universitäten gleich-

gestellten Hochschulen, die das Promotionsrecht besitzen (beispielsweise Medizinische Hochschulen, Pädagogische Hochschulen, teilweise Kunst- und Musikhochschulen und technische Hochschulen sowie ehemalige Gesamthochschulen).

Zu den Forschungsinfrastrukturen werden all jene Instrumente, Ressourcen, Laboratorien, Datenbanken, Archive, Serviceeinrichtungen, Schiffe und (Großforschungs-)Anlagen für die Forschung zusammengefasst, die im Bericht *Der Nationale Roadmap-Prozess für Forschungsinfrastrukturen* des BMBF (2016d) ausgewiesen werden.

Die Kategorie »Andere« dient der Sammlung aller Organisationen, die sich nicht eindeutig einer der anderen Variablenausprägungen zuordnen lassen, oder aber auch mehreren Ausprägungen zugeordnet werden müssten. Herauszustellen sind hier besonders das KIT, die JARA und die Charité – Universitätsmedizin Berlin. Durch die Kombination von Universitäten und Forschungsinstituten oder Krankenhäusern lassen sich diese Organisationen nicht zweifelsfrei den übergeordneten Organisationsformen zuordnen. Einer der grundlegenden Regeln der Kodierung folgend, wurden sie allerdings erst nach der Fusion der Einzelorganisationen beziehungsweise ihrer Gründung der Kategorie »Andere« zugerechnet. Davor wurden die Einzelorganisationen mit ihrem tatsächlichen Namen und der jeweiligen Organisationsform kodiert. Beispielsweise ging das KIT im Jahr 2009 aus der Fusion der Universität Karlsruhe und dem Forschungszentrum Karlsruhe hervor. Formell gehört sie zu den Forschungsuniversitäten. Durch die Fusion mit dem Forschungszentrum stellt es in der Organisationsforschung aber einen interessanten Sonderfall dar und müsste eigenständig untersucht werden (Jüttemeier 2016). Ab dem Jahr 2009 wurde das KIT mit seinem derzeitigen Namen kodiert und in der Variablenausprägung »Andere« mit aufgenommen. 1825 wurde das Polytechnikum Karlsruhe gegründet und 1865 zur Technischen Hochschule umbenannt. 1899 erhielt sie das Promotionsrecht und zählt ab dem Jahr offiziell zu den Universitäten. Allerdings erfolgte erst 1967 die Umbenennung in Universität Karlsruhe. In den Daten wurde sie also zwischen 1900 und 2008 als »Universität« kodiert. Die Gründung des Forschungszentrums Karlsruhe (FZK) erfolgte sehr viel später als die Gründung der Universität im Jahr 1956 als Kernforschungszentrum Karlsruhe. Im Jahr 1995 erfolgte die Umbenennung in Forschungszentrum Karlsruhe Technik und Umwelt. 2001 wurde das Forschungszentrum in die HGF aufgenommen, allerdings trägt das Forschungszentrum den Namenszusatz »in der Helmholtz-Gemeinschaft« erst seit 2002. Folglich

wurde das Forschungszentrum bis zum Jahr 2000 als »außeruniversitäre Forschungseinrichtung« und ab dem Jahr 2001 bis Ende 2008 als »außeruniversitäre Forschungseinrichtung« mit dem Zusatz *helmholtz center*. Im *Codebook* (siehe Fußnote 55) wurde vermerkt, wann die Änderungen eingetreten sind, um eine Rückverfolgung der Produktivität der gesamten Einrichtung historisch zurückzuverfolgen.

6.6.3 Technische Ergänzungsvariablen

Die in diesem Abschnitt besprochenen technischen Ergänzungsvariablen werden nicht eigens zur Beantwortung der Forschungsfragen herangezogen, sondern dienen der technischen Umsetzbarkeit der Analysen. Von TR wurden vier verschiedene Dateien zur Verfügung gestellt, die für die empirischen Analysen in unterschiedlicher Weise miteinander kombiniert wurden.

Datei 1 enthält alle notwenigen Informationen zu den Autoren und die Adressinformationen. Datei 2 umfasst ausschließlich die Dokumententypen, die im SCIE aufgenommen sind. Datei 3 beinhaltet Informationen zu den Zeitschriften im Datensatz. Der vollständige Zeitschriftenname, die Fächerzugehörigkeit und Informationen zum Impactfaktor der Zeitschrift (ab 1994) sowie der Publikationstyp (wissenschaftliche Zeitschrift) und der Jahrgang sind Teil dieser Datei. Datei 4 ist die zur Datenanalyse hauptsächlich genutzte Datei.[58] Sie enthält die bereits in Abschnitt 6.6.1 und 6.6.2 vorgestellten Variablen zur Analyse der Organisationen, Organisationsformen sowie Untersuchungen auf Länderebene und der nationalen und internationalen Forschungszusammenarbeit. Zusätzlich wurde eine eindeutige Artikelidentifikationsnummer (UT) eingeführt.

Zeitschriftenidentifikationsnummer (UI)

Zur eindeutigen Identifikation der Zeitschriften wird jeder Ausgabe eine eindeutige Zeitschriftenidentifikationsnummer (UI) zugeordnet. Mit Hilfe dieser Nummer können Zeitschriften in der WoS Datenbank gesucht und gefunden werden.

---

58 Aus Datenschutzgründen können die Rohdaten nicht öffentlich gemacht werden. Sie stehen auf Anfrage zur Einsicht zur Verfügung. Zur vollständigen Nachvollziehbarkeit der Berechnungen dieser Arbeit hat die Autorin ausführliche Do-Files erstellt. Alle Daten liegen für die Statistikanalysesoftware Stata 13 in entsprechenden Dateiformaten vor.

Artikelidentifikationsnummer (UT)

Die Identifikation von Zeitschriftenartikeln in der WoS Datenbank erfolgt mit Hilfe der Artikelidentifikationsnummer (*accession number*), im Datensatz abgekürzt als UT. Wie ein Daumenabdruck kann jeder Zeitschriftenartikel ausfindig gemacht werden. Eine Kombination der UT und der UI erlaubt es, die einzelnen Artikel (Dateien 1 und 4) mit der zugehörigen Zeitschrift (Datei 3) zusammenzubringen, da die ersten 10 Zeichen der UT denen der UI entsprechen. Wurde ein Zeitschriftenartikel von mehr als einem Autor verfasst, bekommt jeder Autor des Artikels dieselbe Artikelidentifikationsnummer zugewiesen.

Jahr der Publikation und Ausgabe

Die beiden Variablen beinhalten einerseits das Jahr der Publikation der Zeitschrift und andererseits die jeweilige Ausgabe.

Publikationstyp

Die Variable identifiziert einen Eintrag als Zeitschrift. Dies ist eine wichtige Kontrollvariable, da in der WoS Datenbank mittlerweile auch andere Publikationstypen wie Monographien, Sammelbände und Konferenzbeiträge sowie Patente mit aufgenommen wurden.

Vollständiger Name der Zeitschrift und ISSN

Um einen Überblick über die im Datensatz enthaltenen Zeitschriften zu gewinnen, kann die Variable »vollständiger Name der Zeitschrift« genutzt werden. Mit Hilfe dieser Variablen kann eine Übersicht über die in jedem Jahrgang zur Verfügung stehenden Zeitschriften erstellt und Veränderungen der wichtigsten wissenschaftlichen Zeitschriften eines Faches nachgezeichnet werden. Die ISSN Nummer dient der Identifikation von fortlaufend erscheinenden Sammelwerken und wird an alle registrierten Zeitschriften individuell vergeben.

WoS Fächerzugehörigkeit

Jede Zeitschrift wird einer oder mehreren Fächern zugeordnet und somit klassifiziert. Im SCIE stehen für Zeitschriften aktuell 177 verschiedene

Kategorien zur Verfügung.[59] Basierend auf diesen Kategorien wurde jede Zeitschrift einer von vier Kategorien zugeordnet, die dem Zuordnungsschema von TR entspricht: S (*Science*), T (*Technology*), H (*Health*) und O (*Other*). Die Schwierigkeit über die Zuordnung liegt in der Entscheidung über die Fächerzugehörigkeit (siehe oben).

Dokumententyp und k_code

Im SCIE wird zwischen 36 Dokumententypen unterschieden (Tabelle A3, im Anhang). Wie bereits in Abschnitt 1.3 beschrieben, beschränke ich mich in dieser Arbeit auf wissenschaftliche Zeitschriftenartikel. Sie können im Datensatz mit dem *k_code==»@«* identifiziert werden.

Name der Autorinnen und Autoren

Die Variable enthält die Klarnamen der einzelnen Autoren eines Zeitschriftenartikels. Zur Analyse wurde diese Variable nicht genutzt, sie bietet aber die Möglichkeit Untersuchungen auf Individualebene durchzuführen. Beispielsweise könnte eine vollständige Publikationsbiografie eines einzelnen Autors, seines wissenschaftlichen Werdegangs oder der Wechsel seiner Organisationszugehörigkeit nachgezeichnet werden.

Adresse

Die Variable beschreibt die vollständige Adresse, die Autoren auf dem Zeitschriftenartikel als Organisationszugehörigkeit angegeben haben. Im Unterschied zur Variable »Organisation« werden hier auch Straßennamen und Postleitzahlen berichtet. TR stellt diese Information allerdings erst für Einträge in die Datenbank ab dem Jahr 2008 bereit. Die Informationen der Variablen »Organisation« beziehen sich ausschließlich auf den Namen der Organisation ohne Adresszusatz.

---

59 Eine vollständige Liste inklusive einer Beschreibung der einzelnen Zeitschriftenkategorien des SCIE kann unter folgendem Link abgerufen werden: http://ip-science.thomsonreuters.com/mjl/scope/scope_scie/, 26.02.2018.

6.7 Unterschiedliche Methoden zur Berechnung der wissenschaftlichen Produktivität

Um die wissenschaftliche Produktivität zu untersuchen, werden klassischer Weise Zeitschriftenartikel gezählt. Zu den am häufigsten untersuchten Gegenständen gehören Autoren, Organisationen und Institutionen sowie Länder. Technisch unterscheiden sich hiervon Basiseinheiten, die den Objekten zugeschrieben und als Information aus den Zeitschriftendatenbanken durch Kodierung entnommen werden. Die Objekte bekommen rechnerisch Punkte, die auf Grundlage der Basiseinheiten vergeben werden (Gauffriau u.a. 2008: 148f.) und die durch die Anwendung unterschiedlicher Zählweisen voneinander abweichen.

In der Bibliometrie werden verschiedene Vorgehensweisen diskutiert, wie Publikationen gezählt werden können (Egghe u.a. 2000; Gauffriau u.a. 2007; 2008). Besonders betont wird die Notwendigkeit einer einheitlichen Definition der verschiedenen Methoden, dennoch konnte sich bisher kein standardisiertes Verfahren herausbilden, wann welche Zählweise eingesetzt wird (Bornmann u.a. 2012: 237; Gauffriau u.a. 2007). Obwohl unterschiedliche Ergebnisse erzielt werden, kann nicht von einem »Königsweg« gesprochen werden, viel mehr kommt es darauf an, zu beschreiben warum die genutzte Zählweise ausgewählt wurde (Gauffriau u.a. 2007: 178). Zu den populärsten Vorgehensweisen gehören *whole counting*, das *fractional counting* (*whole-normalized counting*, *complete-normalized counting*) und *first author counting.*

Besonders bei vergleichenden Länderstudien und der Analyse nationaler und internationaler wissenschaftlicher Zusammenarbeit können Differenzen in Bezug auf die Ergebnisse entstehen, je nachdem, welcher Zählweise gefolgt wird. Gäbe es nur Zeitschriftenbeiträge, die von einem Autor publiziert wurden, würden alle Zählmethoden zu denselben Ergebnissen führen (Larsen/von Ins 2010: 592). Allerdings zeigen unter anderem zwei Studien, dass die absoluten weltweiten Wachstumsraten wissenschaftlicher Produktivität ähnlich verlaufen, wenn man das *whole counting* mit dem *fractional counting* vergleicht (Moed 2005; Egghe u.a. 2000).

Zur besseren Illustration der verschiedenen Zählweisen wird angenommen, dass ein Zeitschriftenartikel von sechs verschiedenen Autoren in Zusammenarbeit publiziert wurde (Tabelle 1). Alle Wissenschaftler haben gleichwertig zu der Publikation beigetragen. Es gibt also keine Reihenfolge der Wichtigkeit der Autoren. Die Autoren forschen in drei verschiedenen Ländern (Deutschland, Frankreich, Großbritannien). Der Erstautor (A1)

geht seiner Tätigkeit in Deutschland an der RWTH Aachen nach. Die Autoren A2 und A3 forschen in Frankreich und sind an einem Forschungsinstitut des CNRS tätig. Die Autoren A4, A5 und A6 forschen in Großbritannien am *University College London*.

Tabelle 1: Zählweise zur Berechnung der Anzahl wissenschaftlicher Zeitschriftenartikel

Land	*Basiseinheit (Anzahl der Autoren, Organisationen)*	*Whole counting*	*Whole normalized counting*	*Complete normalized counting*	*First author counting*
Deutschland	1 (Erstautor)	1	1/3	1/6	1
Frankreich	2	1	1/3	1/3	0
Großbritannien	3	1	1/3	1/2	0

Anmerkung: Für dieses Beispiel wurde eine Publikation ausgewählt mit Autoren und Organisationen aus drei verschiedenen Ländern. Aus Deutschland kommt eine Autorin (eine Organisation), aus Frankreich kommen zwei und aus Großbritannien drei.

Quelle: Angelehnt an Gauffriau u.a. 2007: 194

Whole counting

Bei dieser Vorgehensweise wird jedem Autor eines Zeitschriftenartikels oder jedem Land (je nach Analyseebene) eine Publikation zuerkannt. Anhand des Beispiels bekommt jedes Land jeweils einen Punkt gutgeschrieben, egal wie viele Autoren aus dem jeweiligen Land kommen. Auf Analyseebene der Autoren kann es bei dieser Vorgehensweise zu einer Verzerrung der Ergebnisse kommen, da Wissenschaftlerinnen, die in Teams arbeiten und hauptsächlich Zeitschriftenartikel in Mehrautorenschaft publizieren produktiver erscheinen als allein arbeitende Forscher (Havemann 2009: 18). Bei der Analyse von Forschungskooperationen ist das Ziel Forschungspartnerschaften abzubilden, also die Häufigkeit mit der ein Land oder eine Organisation an einer Forschungspartnerschaft beteiligt ist und nicht die Anzahl der publizierten Zeitschriftenartikel. Die Ergebnisse drücken sich in prozentualen Anteilen an den gesamten Partnerschaften eines Landes aus (SBF 2011: 30).

Fractional counting

Das *fractional counting* unterscheidet zwei Vorgehensweisen: *whole-normalized counting* und *complete- normalized counting*. Beim *whole-normalized counting* wird ein Zeitschriftenartikel auf die Länder oder die miteinander publizierenden Autoren aufgeteilt indem sie nur Anteile <1 (*fractions*) angerechnet bekommen. Hierdurch wird verhindert, dass ein Artikel mit k Autoren k- mal in die Analyse mit einbezogen wird. Durch die Zählweise wird vermieden, dass Zeitreihen nationaler Publikationszahlen einen unechten Aufwärtstrend zeigen (Havemann 2009: 18). Anhand des Beispiels bekommt jedes Land jeweils einen gleichen Anteil von 1/3 der Punkte zuerkannt. Die Aufteilung orientiert sich anhand der Analyseeinheit (Land) und nicht an der Anzahl der Autoren, die einem bestimmten Land zugerechnet werden.

Das *complete-normalized counting* unterscheidet sich dahingehend, dass die Anerkennung einer Publikation zu einem Land im Verhältnis zur Anzahl der Organisationen jedes Landes, die über die mitarbeitenden Wissenschaftler zur Publikation beitragen, berechnet wird (Larsen/von Ins 2010: 592). In diesem Fall bekommt Deutschland mit einem Autor lediglich 1/6 der Punkte, Frankreich 1/3 der Punkte bei zwei Autoren und Großbritannien die Hälfte der Punkte, da drei Autoren aus dem Land kommen.

First author counting

Die Vorgehensweise beruht auf der Annahme, dass der erstgenannte Autor einer Publikation derjenige ist, der die Federführung bei der Erstellung des Artikels übernommen und die meiste Arbeit geleistet hat. Das ist aber nicht immer der Fall und die Reihenfolge der Autoren hängt stark von der Fachkultur und den aufgestellten informellen Regeln innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft ab. Gängige Vorgehensweisen sind eine alphabetische Reihung der Autoren oder aber auch die Nennung der Autoren nach Grad ihrer Beteiligung an der Veröffentlichung in absteigender Reihenfolge und der Positionierung des Projektleiters an letzter Stelle (Tscharntke u.a. 2007). Beim *first author counting* wird eine Publikation entweder nur dem erstgenannten Autor zugerechnet, oder dem Land, oder der Organisation, die in der erstgenannten Adressinformation zu finden ist. Dem Beispiel folgend erhält nur Deutschland einen Punkt, die beiden anderen Länder, Frankreich und Großbritannien, erhalten jeweils keinen Punkt.

In dieser Arbeit werden alle Berechnungen, wenn nicht anders beschrieben, auf Basis der *whole count* Methode, im Folgenden und in Tabellen und

Abbildungen als WC abgekürzt, durchgeführt. Ich habe mich hierzu entschieden, da auf Grundlage der Nennung und Reihenfolge der Adressinformationen eines Zeitschriftenartikels nicht sicher geschlossen werden kann, welcher Autor, welche Organisation oder welches Land wie viel Geld, Anstrengung, Ausstattung und Geräte, und wissenschaftliche Expertise zu einer Publikation beigetragen haben. Die Aufteilung eines Zeitschriftenartikels zwischen den beteiligten Einheiten erschien aus diesem Grund willkürlich. Der Argumentation von Robert J. W. Tijssen und Thed N. van Leuween (2003) folgend, gehe ich davon aus, dass jeder Autor (jede Organisation oder jedes Land) einen nicht unerheblichen Beitrag zur Publikation geleistet hat. Jeder Zeitschriftenartikel wird vollständig allen einzelnen Autoren, Organisationen und Ländern zugeordnet, die in die Adressinformation aufgenommen wurden. Die Interpretation und Ausgabe der Ergebnisse wird gelesen als Anzahl der Artikel, in der eine bestimmte Einheit vorkommt. Dies führt zu einer mehrfachen Zählung von Zeitschriftenartikeln. Anders gesagt, die Ergebnisse beschreiben nicht die tatsächliche Anzahl der publizierten Artikel.

Bei der Berechnung der Produktivität einer Einzelorganisation sollte die *whole count* Methode bevorzugt werden, da viele Publikationen von Autoren mehrerer Organisationen gemeinsam veröffentlicht werden. So wird sichergestellt, dass die Publikation jeder Einrichtung zugerechnet wird (Bornmann u.a. 2012: 237f.).

Um die absolute Anzahl der publizierten Zeitschriftenartikel weltweit und für einzelne Länder abzubilden, wurde die Gesamtzahl der Artikel pro Jahr berechnet. Doppelte Artikelidentifikationsnummern wurden bei dieser Auswertung nicht berücksichtigt. Das heißt, im Gegensatz zum WC wurde jeder Zeitschriftenartikel nur einmal gezählt, unabhängig davon, wie viele Autoren an dem Artikel als Ko-Autoren mitgewirkt haben. Dem oben genannten Beispiel folgend weist der Zeitschriftenartikel in der Datenbank sechs Mal die gleiche Artikelidentifikationsnummer auf (je eine Zeile in der Excel-Tabelle), eine für jeden Autor. Wird nun die Anzahl der Zeitschriftenartikel für Frankreich berechnet (insgesamt zwei Autoren), geht der Artikel nur einmal in die Analyse mit ein.[60]

60 Nach Selektion des Landes (hier Frankreich) werden zunächst vier Artikelidentifikationsnummern »gelöscht«. Es bleiben zwei Artikelidentifikationsnummern für zwei Autoren in Frankreich übrig. Hiervon wird eine weitere »gelöscht«, um den Zeitschriftenartikel nur einmal zu zählen.

6.8 Die Gewichtung der Daten

Durch die Ziehung einer Stichprobe zwischen den Jahren 1900 und 1970 müssen die zur Verfügung stehenden Daten zunächst gewichtet werden, um sie für weitere Analysen nutzbar zu machen. Ohne eine Gewichtung der Daten wären die Stichprobendaten nicht mit den ab 1975 vollständig zur Verfügung stehenden Daten vergleichbar. Die Basisannahme ist, dass nicht alle Zeitschriften und Zeitschriftenartikel dieselbe Chance haben in die Stichprobe aufgenommen zu werden: Die Anzahl der vorhandenen Zeitschriften in jeder Kategorie (S, T, H, O) unterscheidet sich. Zudem weist nicht jede Zeitschrift dieselbe Anzahl an Zeitschriftenartikel pro Ausgabe oder Jahrgang auf. Zunächst wurde die Gewichtung der Zeitschriften (nw1) vorgenommen, die die Zeitschriftenkategorien berücksichtigt. Die absolute Anzahl an Zeitschriftenartikeln aller Zeitschriften in jeder Kategorie wurde geteilt durch die absolute Anzahl an Zeitschriftenartikeln, die in den ausgewählten Zeitschriften jeder Kategorie zur Verfügung stand. Beispielsweise befinden sich vier Zeitschriften in der Kategorie S, von denen die erste und zweite jeweils 100 Artikel enthalten, die dritte 50 und die vierte 20. Wurden dann aber nur die dritte und vierte in die Stichprobe aufgenommen, dann wurde die Gewichtung der Zeitschrift folgendermaßen berechnet: nw1=(100+100+50+20)/(50+20)=3,85. Noch einfacher, wenn eine von zehn Zeitschriften der Kategorie S in die Stichprobe gezogen wurde, bekam die Zeitschrift das Gewicht 10. Zweitens wurde die Gewichtung der Zeitschriftenartikel (w2) vorgenommen. Hierzu wurde die absolute Anzahl an Artikeln in einer bestimmten Zeitschrift ins Verhältnis zu der Anzahl der Artikel in der Stichprobe gesetzt. Wurde jeder Artikel einer Zeitschrift in die Stichprobe mit aufgenommen, bekam jeder das Gewicht von 1. Wurde allerdings nur jeder Zehnte Artikel aufgenommen, bekam jeder Artikel das Gewicht von 10. Drittens, die endgültige Gewichtungsvariable (n_fin_wt) wurde durch Multiplikation der Gewichtungsvariablen für Zeitschriften mit der Gewichtungsvariablen für Zeitschriftenartikel (nw1*w2) berechnet. Hierbei handelt es sich um eine Gewichtung der Zeitschriftenartikel, nicht um eine Gewichtung der Autoren eines Artikels. Ein Vergleich der Anzahl der Publikationen (WC) unter Berücksichtigung der Gewichtungsvariablen (n_fin_wt) und der von TR bereitgestellten Originaldaten zeigt eine große Übereinstimmung für die meisten Jahrgänge. Das Verhältnis beider Werte liegt zwischen 0,94 und 1,03. Die bereits angesprochene schwierige Datenlage in den Jahren nach dem Zweiten Weltkrieg wird allerdings auch hier

wieder sehr deutlich. Die Übereinstimmung in zwischen Jahren 1950 und 1965 liegt zwischen 0,48 und 0,76 (Tabelle 2).

Tabelle 2: Überprüfung der Gewichtung der Daten mit TR Originaldaten, weltweit, 1900–1970

Jahr	*Whole count*	*Whole count (WC) gewichtet (n_fin_wt)*	*Anzahl UT*	*Whole count in TR Originaldaten*	*Ratio (WC gewichtet/ Anzahl UT)*	*Ratio (WC TR/ Anzahl UT)*
1900	1.181	9.505,4	9.708	9.710	0,98	0,98
1905	1.042	10.665,7	11.222	11.223	0,95	0,95
1910	1.110	11.826,4	12.124	12.129	0,98	0,98
1915	995	10.704,2	11.426	11.429	0,94	0,94
1920	1.046	14.068,9	14.446	14.453	0,97	0,97
1925	995	19.589,3	20.195	20.204	0,97	0,97
1930	974	25.643,6	26.181	26.214	0,98	0,98
1935	972	25.758,5	26.762	26.801	0,96	0,96
1940	815	23.577,9	24.149	24.202	0,98	1,01
1945	630	20.644,7	24.290	24.291	0,98	1,00
1950	389	23.177,1	48.031	48.031	0,48	1,01
1955	632	37.114,0	50.571	50.572	0,73	1,01
1960	748	50.928,1	69.047	69.049	0,74	1,01
1965	1.391	96.484,9	126.144	126.152	0,76	1,01
1970	3.026	230.198,8	224.155	224.271	1,03	1,03

Anmerkung: Die Unterschiede in Bezug auf die absolute Anzahl der Zeitschriftenartikel in den einzelnen Jahren ist auf eine unterschiedliche abschließende Bearbeitung der Daten innerhalb des SPHERE Projektteams und in dieser Arbeit zurückzuführen.

Quelle: SPHERE Projektdokumentation; eigene Berechnung

Nach Abschluss der Vorstellung des Forschungsdesigns der Arbeit, dem methodischen Vorgehen und einer ausführlichen Präsentation der Daten sowie der Konzeptspezifikation und Operationalisierung der zur Analyse

herangezogenen Variablen folgt nun der empirische Teil der Arbeit, der sich in drei Abschnitte gliedert.

Das »Global Picture« strebt einen Vergleich von Hochschul- und Wissenschaftssystemen auf der Makroebene an (Kapitel 7). Es geht um die Analyse der weltweiten Entwicklung der Wissenschaft. Mit einer Beschreibung der Institutionalisierung der Wissenschaft in Deutschland (Kapitel 8) wird eine Überleitung zur Untersuchung Deutschlands auf der Makro- und Mesoebene (Kapitel 9) geschaffen. Die Entwicklung der wissenschaftlichen Produktivität wird dem weltweiten und europäischen Trend gegenübergestellt, bevor der Frage nachgegangen wird, welche Organisationsformen an der Produktion wissenschaftlichen Wissens beteiligt sind und welche Einzelorganisation zu den führenden Wissenschaftsproduzenten Deutschlands gehören. Um nationale und internationale wissenschaftliche Kooperationen zu analysieren und um eine Rückbindung an das erste empirische Kapitel zu erreichen, werden in einem letzten Schritt Ko-Autorenschaften (Kapitel 10) ausgewert.

7. The Global Picture – Hochschul- und Wissenschaftssysteme im Vergleich

In diesem ersten empirischen Kapitel soll zunächst die massive Ausdehnung und Zunahme wissenschaftlicher Publikationen im Zeitverlauf (1900–2010) beschrieben werden. Bereits im SPHERE Projekt (Baker u.a. 2015; Powell/Baker/Fernandez 2017) konnte gezeigt werden, dass die extreme Zunahme von wissenschaftlichen Zeitschriften und Zeitschriftenartikeln in den STEM+-Fächern zu einer Verlagerung des »global center of gravity of science production« (Zhang u.a. 2015) geführt hat. Durch Einnahme der Makroperspektive auf die Entwicklung wissenschaftlicher Produktivität im Zeitverlauf soll zunächst der weltweite Trend und das exponentielle Wachstum der Wissenschaft untersucht werden. In einem ersten Schritt werden die Top Wissenschaftsproduzenten weltweit identifiziert (Abschnitt 7.1). Dieser erste Überblick dient dazu, den in dieser Arbeit im Zentrum stehenden Fall des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems in den globalen und übergeordneten Kontext einzubetten. Ohne eine historische Beschreibung der weltweiten Entwicklung im Zeitverlauf können fallbezogene Ereignisse nicht sicher eingeordnet und bewertet werden. Da die Ausdehnung wissenschaftlicher Forschung innerhalb verschiedener Organisationen in Zusammenhang mit globalen Investitionen in FuE steht, werden die weltweiten Investitionen in FuE präsentiert. In einem zweiten Schritt wird das exponentielle Wachstum wissenschaftlicher Literatur untersucht (Abschnitt 7.2).

In zwei getrennten Abschnitten wird die Forschungsfrage beantwortet, wie sich die wissenschaftliche Produktivität weltweit (Abschnitt 7.2.1) und im europäischen Vergleich (Abschnitt 7.2.2) zwischen 1900 und 2010 entwickelt hat. Gezeigt wird, dass die Globalisierung wissenschaftlicher Produktion früher begann als bisher angenommen (de Solla Price 1961; 1974 [1963]), und dass einschneidende historische Ereignisse, wie beispielsweise die zwei Weltkriege oder ökonomische Krisen, lediglich einen kurzfristigen Einfluss auf die Produktion wissenschaftlicher Zeitschriftenartikel hatten. Nach Beendigung der Krisen setzte das bestehende kontinuierliche Wachs-

tum direkt wieder ein. Als überleitende Frage zu den beiden folgenden Kapiteln wird bereits die Frage angerissen, wie das deutsche Hochschul- und Wissenschaftssystem in die globalen Entwicklungen der Hochschulbildung und Wissenschaft im Zeitverlauf eingebettet war und ist (Abschnitt 7.1). In diesem Kapitel werden allerdings erst kontextualisierende Befunde präsentiert, die eigentliche Auswertung der Daten zur Entwicklung der wissenschaftlichen Produktivität in Deutschland erfolgt in Kapitel 9.

7.1 It's a World Society – Wissenschaft im 20. Jahrhundert

Wie bereits im vorangegangenen Kapitel 2 hergeleitet wurde, kam es Mitte des 20. Jahrhunderts zu einem Wandel der wissenschaftlichen Produktion hin zur *Big Science* (de Solla Price 1961, 1974 [1963]), also einer massiven Ausdehnung wissenschaftlicher Literatur weltweit. Um die in dieser Arbeit angestrebte tiefgreifende Analyse des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems vorzunehmen (Kapitel 8 und 9), wird davon ausgegangen, dass Wissenschaft eine weltweite Aktivität mit institutionellem Charakter ist. Sie ist der zentrale Ort der Kultur oder Wissensordnung einer modernen und globalisierten Weltgesellschaft (*world society*).[61] Als einflussreiche Kultur durchdringt Wissenschaft mit den in ihr vorherrschenden institutionellen Arrangements nahezu alle modernen Gesellschaften. Im Zeitverlauf hatte und hat die massive weltweite Expansion wissenschaftlichen Wissens einen enormen Einfluss auf die Gesellschaft, die weit über wirtschaftlichen und technischen Fortschritt hinausgeht (Krücken/Drori 2009). Der Einfluss von Wissenschaft auf nahezu alle Teilbereiche der Gesellschaft führt dazu, dass sie als verbindliche Institution definiert werden kann:

61 Die Begriffe Weltkultur (*world culture*) oder Weltgesellschaft (*world society*) werden häufig synonym verwendet oder unter dem Begriff *world polity* zusammengefasst. Sie reflektieren kulturelle Werte westlicher Gesellschaften wie Rationalismus, Universalismus, Fortschritt, Gerechtigkeit und Individualismus (Boli/Thomas 1999; Meyer 1987: 41). Es geht um die Beschreibung einer globalen Weltkultur, die sich in einer Ausweitung zwischenstaatlicher Organisationen, wie der Weltbank, OECD oder UNESCO, ausdrückt (Zapp 2014). Nationalstaaten sind eingebettet in einem bestimmten kulturellen Handlungsrahmen und werden durch Verordnungen durch die Politik beeinflusst. Als Ergebnis kommt es zu einer Angleichung des Regelwerks und Verhaltens weltweit (Drori u.a. 2003: 44).

»We see science as spreading throughout world society as an expanded and intensive cultural package of ideas and assumptions about the lawful and comprehensible character of nature, including human and social nature.« (Drori u.a. 2003: 1)

Dieser Ansatz setzt voraus, dass Hochschul- und Wissenschaftssysteme weltweit Gemeinsamkeiten aufweisen, die zu einer ähnlichen Entwicklung der Ausweitung wissenschaftlicher Produktivität geführt haben (Meyer 2009). Trotz dieser Gemeinsamkeiten unterscheiden sich nationale Hochschul- und Wissenschaftssysteme allerdings voneinander: »World culture presents the rules of the game, but within these basic rules every nation plays its own game.« (Baker/LeTendre 2005: 170)

Eine Frage, die in dieser Arbeit nicht ausführlich besprochen werden kann, ist, ob von Bildungs*systemen* oder Bildungs*modellen* gesprochen werden sollte. In groben Zügen unterscheiden sich *Modelle* dahingehend von *Systemen,* dass sie national spezifische Ideen, Normen und Regeln inkorporiert haben und als transnationale Erwartungsstrukturen einen Einfluss auf die Gestaltung nationaler Bildungs*systeme* ausüben. Dies geschieht mittels Diffusion. Bildungs*systeme* hingehen durchlaufen eine ständige Reformierung, was zu einer wachsenden Konvergenz unterschiedlicher *Systeme* führen könnte, aber nicht muss (Krücken 2003; Powell u.a. 2012a).

Die moderne Forschungsuniversität und ihre Weiterentwicklung zur *super research university* wird als treibende Kraft der *schooled society* (Baker 2014) bezeichnet, aber auch die Gesellschaft hat einen höheren Einfluss auf die Universitäten als jemals zuvor (Schofer 1999). Kennzeichen der *schooled society* sind eine allgemein gültige, außergewöhnliche und extrem hohe Expansion von (Hochschul-)Bildung weltweit (Krücken/Drori 2009: 46). Um 1900 war lediglich einer kleinen gesellschaftlichen Elite der Zugang zur Hochschulbildung möglich, von Expansion und Massifizierung der Hochschulbildung, die ihren Ausdruck in der Wissensgesellschaft gefunden hat, konnte zu diesem Zeitpunkt noch nicht gesprochen werden. Trotz zunehmender isomorpher Adaptionsprozesse, die zur Konvergenz aufgrund steigender Internationalisierung führen können, zeigen vergleichende institutionelle Analysen auch anhaltende Unterschiede nationaler Hochschul- und Wissenschaftssysteme (Powell/Solga 2010; Powell u.a. 2012a; Graf 2013). Traditionell gelten Forschungsuniversitäten und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen als prestigeträchtigste und produktivste Wissenschaftsorganisationen weltweit. Zwischen der weltweiten Ausbreitung und dem Anstieg der Wissenschaft und der Expansion von Forschungsuniversitäten besteht ein Zusammenhang (Drori u.a. 2003: 224).

Zur Verbildlichung kann ein »globales Feld der Wissenschaft« (*global field of science*) aufgespannt werden. Es dient als übergeordneter Rahmen der Wissenschaft über weltweite Verbindungen und Prozesse. Wissenschaft wird in der Weltgesellschaft zentralisiert und als Ergebnis expandiert sie als Notwendigkeit, um Handlungen zu koordinieren, Informationen zu verbreiten und um einem normativen Code zu folgen.

Wissenschaft als globales Feld

Das globale Feld der Wissenschaft wird als Netzwerk an Organisationen verstanden, die durch organisationale Beziehungen miteinander in Verbindung stehen. Hierzu müssen gemeinsame Ziele und Themen definiert werden. Durch die Verständigung auf ein gemeinsames wissenschaftliches Ethos (Merton 1973b [1942]; Kapitel 2) erhält Wissenschaft weltweite Gültigkeit. Diese Vernetzung wird durch (internationale) Zusammenarbeit gestärkt. Wissenschaftliches Wissen, beispielsweise die Entwicklung neuer Technologien oder die Neuentdeckung physikalischer und chemischer Prozesse, fließt weltweit und kennt keine nationalen Grenzen (siehe beispielsweise Kosmützky 2015; Abschnitt 4.2). Neues (wissenschaftliches) Wissen erzeugt weltweite Vorteile ohne dem Land, in dem das Wissen produziert wurde, einen direkten Vorsprung zu verschaffen. Besonders, wenn man berücksichtigt, dass nicht alle Länder genug Geldmittel für Hochschulbildung und Wissenschaft zur Verfügung stellen, um ihre Wirtschaft wesentlich positiv zu beeinflussen, weil sie die Investitionskosten vermeintlich nicht wieder auffangen können. Hinzu kommt, dass historische Ereignisse mit globalem Einfluss, wie die beiden Weltkriege (Anstieg der Produktion wissenschaftlichen Wissens) oder wirtschaftliche Depressionen (Senkung oder Stabilität der Produktion wissenschaftlichen Wissens) die Expansion der Wissenschaft temporär beeinflusst haben (Drori u.a. 2003: 77ff.; 246).

In den nächsten vier Abschnitten werden zunächst die geografischen Zentren wissenschaftlicher Produktivität (7.1.1) vorgestellt, um zu zeigen, wie sich die Produktion wissenschaftlichen Wissens weltweit ausgedehnt hat. Es folgt ein Einblick in die Investitionen in FuE im internationalen Vergleich, um zu prüfen, welche Länder am meisten investieren und ob ein Zusammenhang mit der Generierung von Wissen gefunden werden kann (7.1.2). In den STEM+-Fächern tragen allerdings nicht nur Zeitschriftenpublikationen zur wissenschaftlichen Produktivität bei, sondern auch Patente, die häufig im Rahmen von Forschungskooperationen mit (Industrie-)

Unternehmen angemeldet werden. Da die Industrie zu einem erheblichen Maß in FuE investiert, wird in einem kurzen Abschnitt (7.1.3) auf die Bedeutung der Anmeldung von Patenten eingegangen und auf die führenden Unternehmen in diesem Bereich aufmerksam gemacht. Abschließend werden zwei für die Expansion der Wissenschaft verantwortlichen Einflussfaktoren, steigende Studierendenzahlen und eine ansteigende Anzahl an Wissenschaftlern, untersucht und in Beziehung zur wissenschaftlichen Produktivität gesetzt (7.1.4).

7.1.1 Europa, Nordamerika und Asien: Die drei geografischen Zentren wissenschaftlicher Produktivität

Für den in dieser Dissertation betrachteten Zeitraum von 1900 bis 2010 können drei geografische Zentren wissenschaftlicher Produktivität identifiziert werden, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten an Wichtigkeit verloren beziehungsweise gewonnen haben. Bevor sich die heutigen weltumspannenden Zentren wissenschaftlicher Produktion entwickeln konnten, war der Austausch von Wissen lokal beschränkt. Austausch fand dort statt, wo sich die Gelehrten und Intellektuellen jener Zeit trafen: innerhalb von Klöstern, Universitäten, Bibliotheken, und Krankenhäusern. Später kamen auch Laboratorien, Kunstgalerien, Bücherläden, Anatomietheater, Büros und Kaffeehäuser hinzu. Dies geschah nicht zufällig, sondern fand in relativ großen Städten im Zentrum Europas, in Wien, Rom, Paris, Amsterdam und London, statt. Von hier aus breiteten sich Informationen in einer immer schneller werdenden Geschwindigkeit weltweit aus. Auch heute noch spielen große Städte eine wichtige Rolle als Konferenzorte und Zwischenstopp zur Entwicklung von Netzwerken, die Europa, Nordamerika und Asien miteinander verbinden (Burke 2000: 55ff.). Anfang des 20. Jahrhunderts bis zu Beginn des Zweiten Weltkriegs galten Europa mit den bis heute wichtigen Wissenschaftsnationen Frankreich, Deutschland, Großbritannien (Powell/Dusdal 2017a; Burke 2000: 55ff.) und die USA als treibende Kraft zur Entwicklung der modernen Wissenschaft (Ben-David 2009 [1977]: 3f.). Die in diesen Ländern entwickelten Modelle gelten als Vorbilder für Hochschul- und Wissenschaftssysteme weltweit.

Jedoch unterscheiden sich alle Länder in Bezug auf Sprache, Kultur, Investitionen in Bildung, Forschung und Entwicklung, Wissenschaftspolitik und dem Grad ihrer Internationalisierung. Zusammen mit einer Verlagerung des Zentrums wissenschaftlicher Produktivität – Frankreich um 1800,

Deutschland ab 1840 und Großbritannien und die USA ab dem Zweiten Weltkrieg (Ben-David 1970; 1984) – kam es auch zu einer Veränderung der dominierenden Sprache innerhalb wissenschaftlicher Zeitschriften aus dem Französischem, über das Deutsche zum Englischen als heutige *lingua franca* der Wissenschaft weltweit. Besonders in den hier betrachteten STEM+-Fächern bildet sie eine unerlässliche Kommunikationsplattform. Gemeinsam haben die Länder, dass sie alle bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts massiv zur Produktion wissenschaftlichen Wissens in Form von Zeitschriftenartikeln beigetragen haben. Im Zuge dieser Expansion verlor Europa zwar etwas an Einfluss als herausragendes Zentrum, konnte aber nach Ende des Zweiten Weltkriegs seine Position als ein Zentrum weltweiter Produktion wissenschaftlichen Wissens neben anderen behaupten. Während dieser Zeit bewegte sich der Mittelpunkt beständig Richtung Westen, was die steigende Leistungsfähigkeit, vor allem des amerikanischen Hochschul- und Wissenschaftssystems, reflektiert. Universitäten in den USA haben das erfolgreiche Modell der modernen deutschen Forschungsuniversität angenommen und weiterentwickelt, zunehmende Forschungsaktivität und die damit einhergehende vermehrte Produktion wissenschaftlicher Zeitschriftenbeiträge ihrer Universitäten war die Folge (Baker 2014; Geiger 1986). Trotz massiver Investitionen in FuE und des Ausbaus des amerikanischen Hochschulsystems verlangsamte sich das Wachstum wissenschaftlicher Produktivität in den USA. Zu Beginn der 1950er Jahre wurde ein Wendepunkt erreicht und die nächsten 60 Jahre verschob sich das weltweite Zentrum wissenschaftlicher Produktivität Richtung Asien (über China und Russland siehe Oleksiyenko 2014). Diese Entwicklung wurde durch den Wiederaufbau des europäischen und besonders des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems nach dem Zweiten Weltkrieg, den Aufbau moderner Forschungsuniversitäten in Japan (1970er Jahre), China (1980er Jahre), Südkorea und Taiwan (1980er Jahre), sowie Katar (1990er Jahre) begünstigt (Zhang u.a. 2015; Powell/Baker/Fernandez 2017). Auch Olivier Beauchesne (2011) zeigt mit seiner Darstellung bibliografischer Paare wissenschaftlicher Zusammenarbeit in Form von Ko-Autorenschaften (Abbildung 8), dass (West)Europa, Nordamerika und (Ost)Asien die drei wichtigsten Zentren wissenschaftlicher Produktion sind, die miteinander im Wettbewerb stehen, gleichzeitig aber auf (internationale) Zusammenarbeit angewiesen sind (Chessa u.a. 2013).

Abbildung 8: Bibliografische Paare wissenschaftlicher Zusammenarbeit



Quelle: Beauchesne 2011

Zusammen tragen die in diesen Ländern beschäftigten Wissenschaftler erheblich zur weltweiten Produktion wissenschaftlichen Wissens bei, indem sie eine große Anzahl wissenschaftlicher Zeitschriftenartikel publizieren. Die steigende Anzahl an Wissenschaftlern und der Wissenschaft produzierenden Länder führt zu einem Anstieg des Umfangs an Publikationen in der SCIE Zeitschriftendatenbank (The Royal Society 2011). Die zehn produktivsten Länder (SCIE Publikationen in 1.000) mit hohen jährlichen Wachstumsraten (in Prozent) in 2011 waren die USA (282; 2,63), China (153; 17,61), Deutschland (80; 3,35), Großbritannien (74; 2,99), Japan (69; 3,60), Frankreich (57; 3,31), Kanada (46; 3,80), Italien (46; 5,79), Indien (43; 4,80) und Spanien (41; 8,82) (Rohdaten aus TR WoS SCIE; Zhang u.a. 2015). Bisher unbekannt war, dass der massive Anstieg, die globale Verbreitung und nationale Differenzierung eher eingesetzt hat, als bisher angenommen (Abschnitt 7.2). Diese Befunde zeigen, dass es im 20. Jahrhundert zu einer stark ausgeweiteten Globalisierung der Wissenschaft kam, an der immer mehr Länder beteiligt sind. Wissenschaft weist einen universellen Charakter auf und hat einen globalen Status erreicht.

»Given the extreme international differences in available resources, it is not surprising that world scientific activity and production are dominated by the core countries. What is surprising is how much such scientific activity goes on in the furthest peripheries of the world—and how rapidly this expands.« (Drori u.a. 2003: 41)

Ohne eine Intensivierung der Autorität der Wissenschaft in Form der Verwissenschaftlichung der Gesellschaft und einer Ausweitung ihres Umfangs der Anwendbarkeit und somit einer Sozialisierung der Wissenschaft wäre diese Entwicklung nicht möglich (Drori u.a. 2003: 293).

7.1.2 Weltweite Investitionen in Forschung und Entwicklung als Motor für wissenschaftliche Produktivität?

Neben den klassischen quantitativen Indikatoren zur Vermessung der Wissenschaft (Publikationen, Zitationen, Patente) ermöglichen institutionelle, personelle oder finanzielle Indikatoren gleichermaßen eine Einschätzung des wissenschaftlichen Wachstums und der Entwicklung nationaler Hochschul- und Wissenschaftssysteme. Parallelen können beispielsweise zu der weltweiten Entwicklung und Verschiebung des Zentrums wirtschaftlicher Produktivität (Dobbs u.a. 2012) seit den 1950er Jahren gezogen werden. Als funktionalistisches Argument wird angeführt, dass ökonomische Ressourcen und Investitionen in FuE die notwendige Basis für wissenschaftliche Produktivität bilden. Schließlich investieren alle Länder weltweit in Hochschulbildung und FuE. Sie sind Teil des Trends der Verwissenschaftlichung aller gesellschaftlichen Teilbereiche, einhergehend mit einer anhaltenden Rationalisierung. Steigt die wissenschaftliche Produktivität wieder an, kommt es wiederum zu einem Anstieg wirtschaftlichen Wachstums. Ohne angemessene Ressourcen ist ein Wachstum der wissenschaftlichen Produktivität nicht vorstellbar (Weingart 2001), unabhängig des gegenwärtigen und schwer zu messenden Einflusses beziehungsweise der Qualität eines einzelnen Forschungsartikels. Obwohl wissenschaftliche Studien, die den Zusammenhang zwischen Investitionen in FuE und Wissensproduktion untersuchen, begrenzt sind, bescheinigen diese häufig einen positiven Zusammenhang zwischen Forschungsförderung und Publikationsoutput (beispielsweise Rosenbloom u.a. 2014 für die Chemie). Zunehmend beeinflussen auch Forschungsevaluationssysteme, wie der *Research Excellence Framework* (REF) in Großbritannien, oder hoch kompetitive Ausschreibungen zur Förderung von Forschungsprojekten (beispielsweise Horizon 2020) die Vergabe von Ressourcen (Marques u.a. 2017).

Die Unterstützung und Produktion wissenschaftlicher Forschung unterscheidet sich in vielen Ländern wesentlich voneinander. Ärmere Länder produzieren in einem Jahr pro ausgegebenem US Dollar pro Kopf mehr Publikationen als viele europäische Länder. Allerdings ist der Anteil neuer For-

schung im Verhältnis zu den verfügbaren nationalen Ressourcen in vielen Ländern Asiens und des Mittleren Ostens niedrig (Drori u.a. 2003: 231). Ein Vergleich des prozentualen Anteils der Ausgaben für FuE am BIP zeigt zum Teil deutliche Abweichungen (Abbildung 9).

Abbildung 9: Prozentualer Anteil der Ausgaben für FuE am BIP, 1990–2016

Quelle: OECD.Stat 2018a

Im Jahr 2016 betrug der OECD-Mittelwert 2,35 Prozent und der EU–15-Mittelwert 2,09 Prozent. Großbritannien investierte lediglich 1,69 Prozent (33,2 Milliarden Euro) seines BIPs in FuE im Jahr 2016. Auch die Ausgaben Frankreichs (2,25 Prozent, 50,1 Milliarden Euro) und Chinas (2,12 Prozent, 1,6 Billionen Euro) liegen unter dem OECD-Durchschnitt. Dennoch gehören China, Frankreich und Großbritannien zu den zehn produktivsten Ländern in Bezug auf Publikationen im SCIE (siehe oben). Eine ähnliche positive Entwicklung der Ausgaben für FuE sind für die USA (2,74 Prozent, 511,1 Milliarden Euro) und Deutschland (2,94 Prozent, 92,4 Milliarden Euro) zu beobachten. Jedoch hat keines dieser Länder die angekündigte Vorgabe der EU von drei Prozent erreicht. Allerdings liegen beide Länder deutlich über dem OECD-Durchschnitt. Im Zeitverlauf hat lediglich Japan seinen Anteil der Ausgaben für FuE am Bruttoinlandsprodukt von 2,71 Prozent auf 3,14 Prozent (16,9 Billionen Euro) enorm erhöht. Zwischen den hier betrachteten zentralen Wissenschaft produzierenden Län-

dern besteht eine Varianz von ungefähr zwei Prozentpunkten in Bezug auf die Investitionen in FuE. Auch die jährlichen Wachstumsraten der Ausgaben für FuE schwanken beträchtlich und reichen von einem negativen Wachstum von -3,24 Prozent in Japan über 0,14 Prozent in Frankreich, 1,62 Prozent in den USA, 2,73 Prozent in Deutschland, 2,79 Prozent in Großbritannien bis zu 9,31 Prozent in China vom Jahr 2015 auf 2016 (OECD.Stat 2018a).

Die Auswahl der hier betrachteten Länder berücksichtigt Hochschul- und Wissenschaftssysteme aus allen drei Zentren wissenschaftlicher Produktivität. Zudem unterscheiden sie sich in ihren institutionellen Strukturen voneinander. Es kann sich der Frage, welche institutionellen Strukturen die besten Bedingungen zur Steigerung der wissenschaftlichen Produktivität bereitstellen, angenähert werden, da die Strukturen, in denen Forschung betrieben wird, einen Einfluss auf die Produktion von Wissen haben.

Eine ungleiche Finanzierung der Forschung: Universitäten versus Forschungsinstitute

Die Etablierung neuer Institutionen ist teuer und eine große Herausforderung, da die Länder selbst entscheiden müssen, welche Organisationsformen am produktivsten sind. Staatliche Investitionen in FuE werden größtenteils zwischen Forschungsuniversitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen aufgeteilt, die jedoch unterschiedliche Voraussetzungen mitbringen und voneinander abweichende Schwerpunkte haben. Außeruniversitäre Forschungsinstitute können sich in Deutschland ganz auf die Forschung konzentrieren, wohingegen Forschungsuniversitäten ihrem Grundprinzip der Einheit von Forschung und Lehre folgen (Ash 1999a). Universitäten erhalten lediglich ein Viertel oder etwas weniger aller FuE Geldmittel: Nur 7 Prozent in China, 12 Prozent in Japan, 13 Prozent in den USA, 18 Prozent in Deutschland, 22 Prozent in Frankreich, und 25 Prozent in Großbritannien, der zur Verfügung stehenden Geldmittel für FuE (2016) wurden in den Hochschulsektor investiert (OECD.Stat 2018a). Zwei gegensätzliche Hypothesen können aufgestellt werden: Erstens ist zu erwarten, dass Universitäten anteilig produktiver sind als Forschungsinstitute aufgrund ihrer herausragenden Stellung von erfahrenen Wissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftlern unterschiedlicher Disziplinen. Zweitens ist zu erwarten, dass Forschungsinstitute, die sich ausschließlich auf wissenschaftliche Forschung konzentrieren, produktiver sind, als Universitäten, die zusätzlich ihrem Lehrauftrag nachkommen müssen. Die hier vorgenommene tiefgrei-

fende Untersuchung des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems mit den in ihr Wissenschaft produzierenden Organisationsformen (Kapitel 8 und besonders Abschnitt 9.2 und 9.3) ermöglicht eine Analyse der Wichtigkeit der Forschungsuniversitäten und außeruniversitären Forschungsinstitute innerhalb eines diversen organisationalen Feldes.

Tatsächlich stehen Universitäten weltweit vor der Herausforderung mit immer weniger Ressourcen haushalten zu müssen, da Staaten ihren finanziellen Einsatz in öffentliche Hochschulbildung einschränken. Diese Aussage gilt natürlich nicht für alle Länder gleichermaßen. Die Bundesrepublik Deutschland hat beispielsweise unter der Regierung Angela Merkels mehr in FuE investiert als jemals zuvor. Allerdings müssen die absoluten Investitionen in FuE in Relation zu den wachsenden Anforderungen und Aufgaben im Bildungsbereich gestellt werden. Hierzu gehört der Anstieg der Studierendenzahlen, steigende Personalausgaben im Zuge einer steigenden Zahl an Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern. Die Kosten für tertiäre Bildung gehen kontinuierlich nach oben (OECD 2011) und ansteigende Budgets für Wissenschaft innerhalb Europas können nicht mehr mit der glanzvollen Rhetorik der Vorteile von Wissenschaft und Technik mithalten, wenn sie als Anteil des Bruttoinlandsprodukts berechnet werden (OECD 2014). Das Grundprinzip vieler Regierungen zur Erhöhung der Kapazität der Wissenschaft beruht auf der Idee, dass Forschungsinfrastrukturen nicht nur von der Industrie bereitgestellt werden können, sondern dass der Staat in das Wissensdreieck (*knowledge triangle)* – eine starke Verbindung zwischen Bildung, Forschung und Innovation – investieren muss, um Arbeitsplätze und Wachstum zu schaffen (EC 2010: 3). Trotz staatlicher Investitionen unterscheiden sich Hochschul- und Wissenschaftssysteme und die aus ihnen hervorgehende wissenschaftliche Produktivität angesichts der langfristigen Institutionalisierung, die notwendig ist, um ein erfolgreich arbeitendes System aufzubauen.

Das entscheidende Element wissenschaftlicher Expansion ist ihr ausgedehnter Einfluss *(authority of science*). Ihre Wurzeln können auf eine anfänglich westliche und nun globale Kultur der Rationalität zurückgeführt werden, die eng mit der Weberianischen Idee der »Entzauberung der Welt« (Weber 2002 [1919]: 488) einhergeht. Sie ist ein Produkt der schnell voranschreitenden Globalisierung, zusammenhängend mit der Herausbildung einer öffentlichen Weltgesellschaft (*world public society*). Mit Hilfe des Konzepts des ausgedehnten Einflusses der Wissenschaft und ihrer steigenden Legitimität können viele Eigenschaften, die der Wissenschaft zugerechnet werden, erklärt

werden: Ihre schnelle und massive globale Ausdehnung, ihre Ausweitung in viele Teilbereiche der Gesellschaft, die weltweite Standardisierung ihrer Formen und Inhalte und ihr Fokus auf bestimmte Fragestellungen, ohne entscheidende Bedeutsamkeit. Ihr Triumph förderte Kultur und wurde gleichzeitig durch die Kultur der Rationalität gefördert. Die Intensivierung des Einflusses der Wissenschaft auf fast alle Teilbereiche der Gesellschaft (*scientization of society*) und die Ausdehnung des Umfangs ihres Anwendungsbereichs (*socialization of science*) hat diese Entwicklung maßgeblich vorangetrieben (Drori u.a. 2003: 24; 293).

»Science globalization is thus best explained as an outcome of a world society that fostered diffuse beliefs in progress, a progress often imagined to involve the development of the capacities of individuals, organizations, nation-states, and increasingly the world itself.« (Drori u.a. 2003: 293)

Im Gegensatz zu den Argumenten, die für einen Zusammenhang zwischen nationaler wirtschaftlicher (Weiter-)Entwicklung und der Expansion von Bildung sprechen, zeigen institutionelle Analysen, dass der ökonomische Einfluss auf das Wachstum eher gering einzuschätzen ist (Meyer u.a. 1977; Meyer u.a. 1992). Innerhalb institutioneller Theorien werden funktionalistische Argumente, wie die Ideen über die sozioökonomische Entwicklung eines Landes, als kulturelle oder ideologische Mythen und Modelle bezeichnet (Schofer/Meyer 2005: 900).

Da Publikationen wissenschaftliche und technische Aktivitäten nicht direkt und vollständig abbilden, werden Patente als stellvertretender Indikator zur Messung der Ausgaben für FuE in Form von Erfindungen herangezogen (OECD 2016). Obwohl der Fokus dieser Arbeit auf einer Analyse der Publikationszahlen in den STEM+-Fächern im Zeitverlauf liegt, soll im folgenden Abschnitt die Entwicklung der internationalen Patentanmeldungen in den Blick genommen werden, da sie, neben Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften, ein klassischer Indikator zur quantitativen Vermessung der Wissenschaft in diesen Fächern sind und ein wichtiges Eigentumsrecht darstellen.

7.1.3 Zur Verwertung geistigen Eigentums: Patente in den STEM+-Fächern

Patente werden angemeldet, um neue Ideen oder Entwicklungen rechtlich zu schützen. Um eine Erfindung für ein Patent anzumelden, muss seine

Neuartigkeit nachgewiesen werden. Zudem muss die Idee originell sein und industrielle Anwendungsreife besitzen. Hierbei ist zu beachten, dass Patente angemeldet werden müssen, bevor Ideen öffentlich gemacht oder publiziert werden, da hierdurch der Anspruch der Neuartigkeit verloren geht.

Im Jahr 2014 wurden weltweit 214.500 Patente von Vertragspartnern des *Patent Cooperation Treaty* (PCT)[62] eingereicht. Dies entspricht einem Wachstum von 4,5 Prozent zum Vorjahr. Große Unternehmen aus Europa, den USA, Japan und China haben zwischen den Jahren 1995 und 2014 die meisten Patente angemeldet. Spitzenreiter *Philips* aus den Niederlanden hat in diesem Zeitraum 28.486 Patente angemeldet, gefolgt von *Panasonic* aus Japan (28.224 Anmeldungen), den beiden deutschen Firmen *Robert Bosch* und *Siemens*, die jeweils mehr als 20.000 Erfindungen zum Patent angemeldet haben und *Huawei Technologies* aus China (16.869 Anmeldungen). Nicht nur Unternehmen, sondern auch eine Universität und zwei staatliche beziehungsweise außeruniversitäre Forschungsinstitute sind unter den Top 50 PCT Antragstellern: die *University of California*, das *Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives* (CEA) in Frankreich und die Fraunhofer-Gesellschaft. Um die Zahl der Patentanmeldungen für ein Land zu ermitteln, wird das Wohnsitzland des zuerst genannten Antragstellers herangezogen. Im Jahr 2014 wurden in 124 Ländern Patentanträge gestellt, jedoch kam fast die Hälfte aller Anträge (48,5 Prozent) aus Japan und den USA. Rund drei Viertel aller Anträge kamen aus den beiden erstgenannten Ländern und China, Deutschland und Südkorea. Zu den wichtigsten Disziplinen gehören Computertechnologie, Digitale Kommunikation und Elektrischer Maschinenbau (WIPO 2015).

Ob die hier genannten deutschen Firmen auch maßgeblich zur Produktion wissenschaftlichen Wissens in Form von Zeitschriftenartikeln beitragen oder lediglich eine hohe Anzahl an Patenten anmelden, wird in Abschnitt 9.3 erörtert. Zunächst werden aber die Entwicklung der Studierendenzahlen und der Anzahl der Wissenschaftler im internationalen Vergleich vorgestellt.

62 Das PCT Abkommen ist ein internationaler Vertrag, der seit 1978 die Patentrechte in mittlerweile 148 Mitgliedsstaaten weltweit verfolgt. Verwaltet werden die Patentanmeldungen von der Weltorganisation für geistiges Eigentum (WIPO), einer Teilorganisation der Vereinten Nationen. Durch die Anmeldung eines Patents beim PCT müssen nicht mehr einzelne regionale oder nationale Patente angemeldet werden, sie können gleichzeitig für eine große Anzahl an Ländern international registriert werden (WIPO 2015).

7.1.4 Die Massifizierung der Hochschulbildung: Steigende Studierendenzahlen und eine steigende Anzahl an Wissenschaftlern

Nicht nur Investitionen in FuE und die Anmeldung von Patenten tragen zur Expansion und Institutionalisierung der Wissenschaft bei, sondern auch steigende Studierendenzahlen, eine wachsende Anzahl an Wissenschaftlern, eine Ausweitung von Forschungsaktivitäten in viele gesellschaftliche Teilbereiche, die Entwicklung von Forschungsprodukten, Neugründungen von Universitäten und natürlich ein Anstieg der Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften (Drori u.a. 2003: 3; Ben-David 1990). Wissenschaft ist somit gleichzeitig ein Produkt der Interessen der in ihr arbeitenden Wissenschaftler und der Organisation des Hochschul- und Wissenschaftssystems selbst (Merton 1973b [1942]).

Während des 20. Jahrhunderts kam es zu einem dramatischen Anstieg der Studierendenzahlen weltweit. Bildung wurde zum wichtigen Anhaltspunkt für unbegrenzten Fortschritt. Um 1900 waren bereits 500.000 Studierende in Hochschuleinrichtungen immatrikuliert (Banks 2001), im Jahr 2000 waren es bereits eine Million Studierende, was 20 Prozent der weltweiten Kohorte entspricht (Schofer/Meyer 2005: 898). Besonders dieser Befund und die Tatsache, dass Expansion in nahezu allen Ländern weltweit stattfindet, und dass sie zu einem bestimmten Zeitpunkt eingesetzt hat, stellt klassische funktionalistische Erklärungsmodelle in Frage (Schofer/Meyer 2005: 901). Auch Pierre Bourdieu und Jean-Claude Passeron (1971) haben (Hochschul-)Bildung als wichtigen Faktor zum Erhalt des sozialen Status beschrieben. Gruppen und Individuen konkurrieren um Bildungserfolg und den Erwerb von Bildungszertifikaten. Abbildung A3 im Anhang setzt für Deutschland die Entwicklung der Studierendenzahlen in Beziehung zu den Gründungsdaten deutscher Universitäten. Bis zu Beginn des 20. Jahrhunderts studierten nur sehr wenige Personen. Danach stieg die Studierendenzahl langsam an und auch die Zahl der Universitäten erhöhte sich zunehmend. Allerdings kann erst seit Mitte der 1960er Jahre von einer Expansion der Studierendenzahlen gesprochen werden, einhergehend mit der Massifizierung der Hochschulbildung und der Bildungsexpansion. Nach 1960 wurde dann auch der Universitätssektor massiv ausgebaut (Bode 2015: 14).

Anders als bei Studierendenzahlen ist die Angabe der genauen Anzahl an Wissenschaftlern schwierig, da sich die zur Verfügung stehenden Daten im Zeitverlauf stark voneinander unterscheiden und/oder nicht miteinander vergleichbar sind. Zudem arbeiten viele Hochschulabsolventen nicht an

Hochschulen oder anderen Wissenschaft produzierenden Organisationen, sondern in anderen Bereichen (Drori u.a. 2003: 232). Laut UNESCO (2015: 12f.) waren im Jahr 2013 weltweit ungefähr 7,8 Millionen Wissenschaftler beschäftigt. Innerhalb der OECD 4,5 Millionen, in der EU 1,7 Millionen und in Deutschland 360.300. Seit 2007 ist die weltweite Anzahl der Forscher um 21 Prozent angestiegen. Aus dieser Zunahme kann natürlich auch ein Teil der Zunahme der absoluten Anzahl wissenschaftlicher Publikationen weltweit (Abbildung 10) erklärt werden. Es handelt sich also nicht nur um einen rein zahlenmäßigen Anstieg der absoluten Publikationen, sondern um eine Vergrößerung der Hochschul- und Wissenschaftssysteme weltweit.

7.2 Die empirische Überprüfung Derek J. de Solla Prices These des exponentiellen Wachstums wissenschaftlicher Literatur

Im vorangegangenen Kapitel »Little Science, Big Science: Von der Studierstube zur Großforschung« (Abschnitt 2.4) wurde das von Derek J. de Solla Price (1961; 1974 [1963]) entwickelte Modell des exponentiellen Wachstums wissenschaftlicher Literatur im Verlauf des 20. Jahrhunderts skizziert. Das massive Wachstum der Wissenschaft gilt als eine der bedeutendsten Veränderungen unserer Zeit (Felt u.a. 1995: 43f.) und die quantitative Vermessung anhand der Zahl veröffentlichter Publikationen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften wird zunehmend als Standardinstrument der Wissenschaftspolitik und des Forschungsmanagements genutzt (Glänzel kein Jahr). Obwohl die Frage, ob de Solla Price mit seinen theoretisch hergeleiteten Annahmen eine korrekte Beschreibung der Entwicklung der wissenschaftlichen Produktion im Zeitverlauf vorgenommen hat, im Rahmen bibliometrischer Analysen bereits ausgiebig diskutiert wurde, kann in dieser Arbeit gezeigt werden, dass die Globalisierung wissenschaftlicher Produktion früher begann als bisher angenommen (de Solla Price 1961, 1974 [1963]), und dass einschneidende historische Ereignisse lediglich einen kurzfristigen (negativen) Einfluss auf die Produktion wissenschaftlicher Artikel hatten. Zudem wird eine Korrektur der Wachstumskurve vorgenommen, da die mathematische Darstellung des wissenschaftlichen Wachstums in Form einer logistischen Kurve (Abbildung 4), zumindest in den STEM+-Fächern weltweit, nicht den empirischen Ergebnissen dieser Arbeit entspricht.

7.2.1 Das weltweite Wachstum wissenschaftlicher Publikationen

Heute werden weltweit ungefähr 1,3 Millionen Zeitschriften herausgegeben – dasselbe Gesetz exponentielles Wachstum gilt somit auch für die Anzahl der publizierten Artikel in Fachzeitschriften. Die hauptsächlich auf STEM+ spezialisierte (und im Rahmen dieser Arbeit genutzte) WoS Datenbank umfasst mehr als 12.000 wissenschaftliche Zeitschriften, ungefähr 90 Millionen Einträge, 170.000 Konferenzbeiträge und 70.000 Bücher (TR 2014b). Zusätzlich zu den STEM+-Fächern enthält die zu TR WoS Datenbank in Konkurrenz stehende Datenbank *Scopus* der Firma Elsevier auch Informationen zu den Sozial- und Geisteswissenschaften. Diese Datenbank setzt sich aus mehr als 60 Millionen Einträgen, 21.500 Zeitschriften, 130.000 Büchern, 7,2 Millionen Konferenzbeiträgen und 27 Millionen Patenteinträgen zusammen (Elsevier 2016). Aus dieser Beschreibung wird bereits deutlich, dass auch die beiden wichtigsten Zeitschriftendatenbanken auf dem Markt lediglich einen Bruchteil der heute herausgegebenen Zeitschriften beinhalten. Dies ist jedoch keineswegs eine neue Erkenntnis. Bereits 50 Jahre bevor die erste wissenschaftliche Zeitschrift herausgegeben wurde, schrieb der englische Schriftsteller Barnaby Rich:

> »Eine der Krankheiten dieses Jahrhunderts ist die Überzahl an Büchern; so überladen ist die Welt von ihnen, daß es unmöglich ist, den Wust an unnützem Zeug zu verdauen, der täglich ausgebrütet und in die Welt geworfen wird.« (zitiert nach de Solla Price 1974 [1963]: 74)

Eine Einschränkung für welche Teilbereiche die Ergebnisse dieser Arbeit gelten ist somit unerlässlich (Abschnitt 1.5 und Kapitel 6). Die Beschreibung der nun folgenden Ergebnisse bezieht sich ausschließlich auf eine Analyse des SCIE, einem Teilbereich des WoS.

Mit ihrer Untersuchung von 100 Ländern haben Evan Schofer und John W. Meyer (2005) bereits nachgewiesen, dass die Hochschulexpansion im Prinzip einem globalen Muster folgt, dass nur leichte nationale Unterschiede aufweist. Die Autoren haben festgestellt, dass Wachstum in reicheren Ländern und in Ländern die über allgemeine Bildungssysteme verfügen, etwas schneller vorangeht. Ein Vergleich des Wachstums wissenschaftlicher Publikationen zeigt, dass auch die Wachstumskurven weltweit gleich verlaufen, wenn auch in unterschiedlichem Umfang und unterschiedlicher Größe (Meyer/Schofer 2006: 45). Das im Folgenden zu zeigende Muster ist ultra stabil. Einschneidende historische Ereignisse haben global einen ähnlichen Einfluss auf die Entwicklung der wissenschaftlichen Produktion. Innerhalb

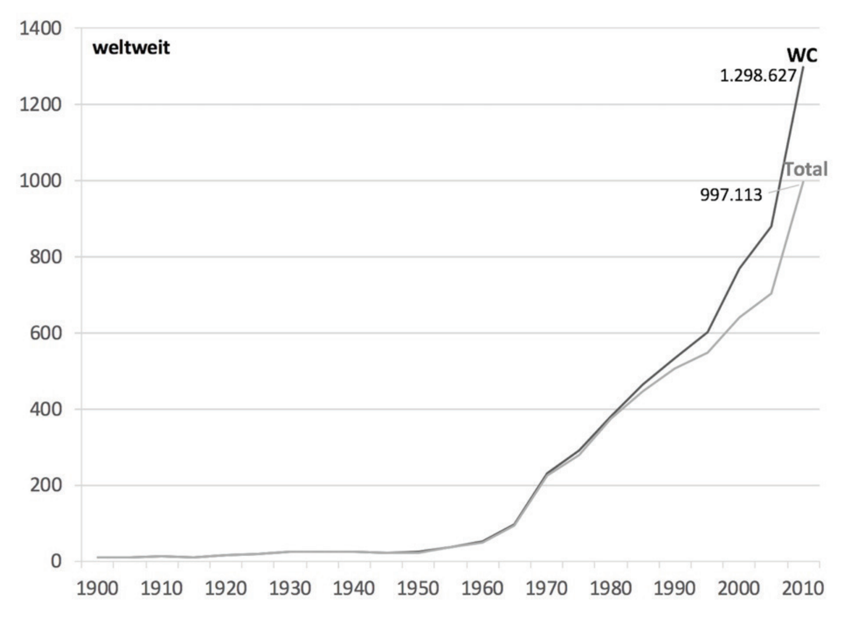
des SPHERE Projekts wurde das wissenschaftliche Wachstum in allen drei Zentren wissenschaftlicher Produktivität empirisch genauer untersucht (Powell/Baker/Fernandez 2017). In Europa (Belgien, Deutschland, Frankreich, Großbritannien und Luxemburg), Nordamerika (USA), Asien und dem Mittleren Osten (China, Japan, Katar, Südkorea und Taiwan) wuchs die Produktion wissenschaftlicher Zeitschriftenartikel im Zeitverlauf massiv an, auch wenn nicht alle Länder bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts über ein gut ausgebautes Hochschul- und Wissenschaftssystem verfügten (Abschnitt 7.1). Deutschland und die USA gelten als Vorbilder für die Entwicklungen in Asien und dem Mittleren Osten. Diese schnell wachsenden Systeme, die nach Innovationen streben, versuchen Teile der alten Systeme zu adaptieren und wollen von den bereits etablierten Ländern lernen.

Der weltweite Trend (Abbildung 10) zeigt, dass es zu keiner Zeit zu einem abflachen oder einer Verlangsamung des Wachstums wissenschaftlicher Publikationen kam[63], im Gegenteil, besonders in den 1960er und 1970er Jahren im Zuge der Hochschulexpansion nahm das Wachstum erst richtig an Fahrt auf – der Startschuss zur *Big Science* fiel aber bereits kurz nach Ende des Zweiten Weltkriegs. Dieser Trend kann für alle im SPHERE Projekt und dieser Arbeit untersuchten Länder, wenn auch in unterschiedlichem Umfang und Größe, bestätigt werden (Tabelle A5, im Anhang). Je nach Zählweise unterscheiden sich die absoluten Publikationszahlen deutlich voneinander. Eine Berechnung unter Berücksichtigung der WC kommt besonders ab den 1980er Jahren zu höheren Publikationszahlen, da Mehrautorenschaften doppelt gezählt werden. Jedes Land erhält Anerkennung für die Beteiligung an einer Publikation. Zu erwarten sind Verzerrungen und eine Überschätzung der absoluten Publikationszahlen. Dieser Befund resultiert aus einer steigenden Anzahl an Zeitschriftenartikeln, die in (internationaler) wissenschaftlicher Zusammenarbeit publiziert wurden. Die Gesamtzahl der Zeitschriftenartikel entspricht bei dieser Vorgehensweise nicht der Anzahl der publizierten Zeitschriftenartikel (*totals*). Beispielsweise wurden im Jahr 2010 weltweit knapp 1,3 Millionen Zeitschriftenartikel gezählt (WC), einfach gezählt waren es aber nur 997.113. Dies entspricht einer Überschätzung der tatsächlichen Publikationszahl um 30,2 Prozent. Um ein realistischeres Bild zeichnen zu können wird im Folgenden auf die tatsächliche Anzahl publizierter Zeitschriftenartikel (*totals*) pro Jahrgang Bezug genommen.

63 Die Präsentation der Anzahl der weltweiten Publikationen für beide Zählweisen erfolgt in Tabelle A4 im Anhang.

Hierbei wurden doppelte Artikelidentifikationsnummern nicht berücksichtigt (Abschnitt 6.7).

Abbildung 10: Exponentielles Wachstum wissenschaftlicher Publikationen in STEM+-Fächern weltweit (in Tausend), 1900–2010



Anmerkung: Die graue Linie repräsentiert die tatsächliche Anzahl wissenschaftlicher Publikationen (*totals*). Die schwarze Linie repräsentiert die Anzahl wissenschaftlicher Publikationen im WC Zählverfahren.

Quelle: SPHERE Projektdatenbank (Rohdaten; Thomson Reuters WoS SCIE), eigene Berechnung

Der Einfluss von critical junctures auf die weltweite Entwicklung wissenschaftlicher Produktivität

Die Entwicklung weltweiter Hochschul- und Wissenschaftssysteme lässt sich in unterschiedliche zeitliche Phasen unterteilen, die teilweise mit besonderen historischen Ereignissen zusammenfallen. Innerhalb des *world polity* Ansatzes wird diskutiert, dass viele Nationalstaaten eine ähnliche Strategie zur Konstitution ihrer Systeme verfolgen, obwohl die Wissenschaftsorganisation einzelner Länder Einzigartigkeiten aufweisen, die

eng mit der individuellen Geschichte und den Bedürfnissen eines Landes zusammenhängen. Um nun das weltweite exponentielle Wachstum der Wissenschaft erklären zu können, werden zeitliche Prozesse in den Blick genommen. Zur Beschreibung möglicher Kausalzusammenhänge werden Pfadabhängigkeiten untersucht – ein zentrales Konzept des historischen Institutionalismus (Abschnitt 4.2). Es wird davon ausgegangen, dass ein institutioneller Pfad an einer *critical juncture*, also einem besonderen Ereignis im Lebenslauf einer Institution oder Organisation, beginnt, die zu einer Neuausrichtung führt. Da dieser Abschnitt aber auf die Beschreibung der weltweiten Entwicklung wissenschaftlicher Produktivität (Makroebene) abzielt, werden nicht direkt die Organisationen und Institutionen in den Blick genommen, sondern wichtige historische Ereignisse als mögliche Wendepunkte untersucht. David Suárez und Patricia Bromley (2016) gehen davon aus, dass die Reihenfolge und der zeitliche Ablauf historischer Entwicklungen von großer Bedeutung sind, dass aber nicht alle Ereignisse einen gleich starken Einfluss, beispielsweise auf die wissenschaftliche Produktivität, haben. Abbildung 11 dient der Veranschaulichung und Untersuchung möglicher Zusammenhänge und Pfadabhängigkeiten.

Die Einteilung der Phasen der globalen Entwicklung von Hochschul- und Wissenschaftssystemen ist sehr stark von der eingenommenen Perspektive des Forschers und der zu beantwortenden Fragestellung abhängig. Es handelt sich um sehr komplexe Zusammenhänge, die im Folgenden miteinander in Beziehung gesetzt werden sollen:

Zunächst können die drei Zentren wissenschaftlicher Produktivität mit der Entwicklung der absoluten Publikationszahlen in Verbindung gebracht werden. Der Ausbau europäischer Hochschul- und Wissenschaftssysteme begann in Deutschland bereits im 19. Jahrhundert. Die Idee der modernen Forschungsuniversität wurde gefestigt und begann sich Mitte des 20. Jahrhunderts weltweit auszubreiten. Zu diesem Zeitpunkt steigt auch erstmals die Produktion wissenschaftlichen Wissens in Form von Zeitschriftenartikeln in den STEM+-Fächern an. Die USA haben sich diese Idee zum Vorbild genommen und erste Universitäten gegründet, die Forschung und Lehre zur Aufgabe hatten (dies geschah aber bereits 1876 mit Gründung der *John Hopkins University*). Allerdings konnte sich ihr bis heute extrem starker Anteil an der weltweiten wissenschaftlichen Produktivität erst nach Beendigung des Zweiten Weltkriegs entfalten. Die sich in den 1970er (Japan) und 1980er Jahren (China) etablierenden Systeme in Asien und im Mittleren Osten (Katar, 1990er Jahre) trugen erst nach Einsetzen der Expansion und Massifi-

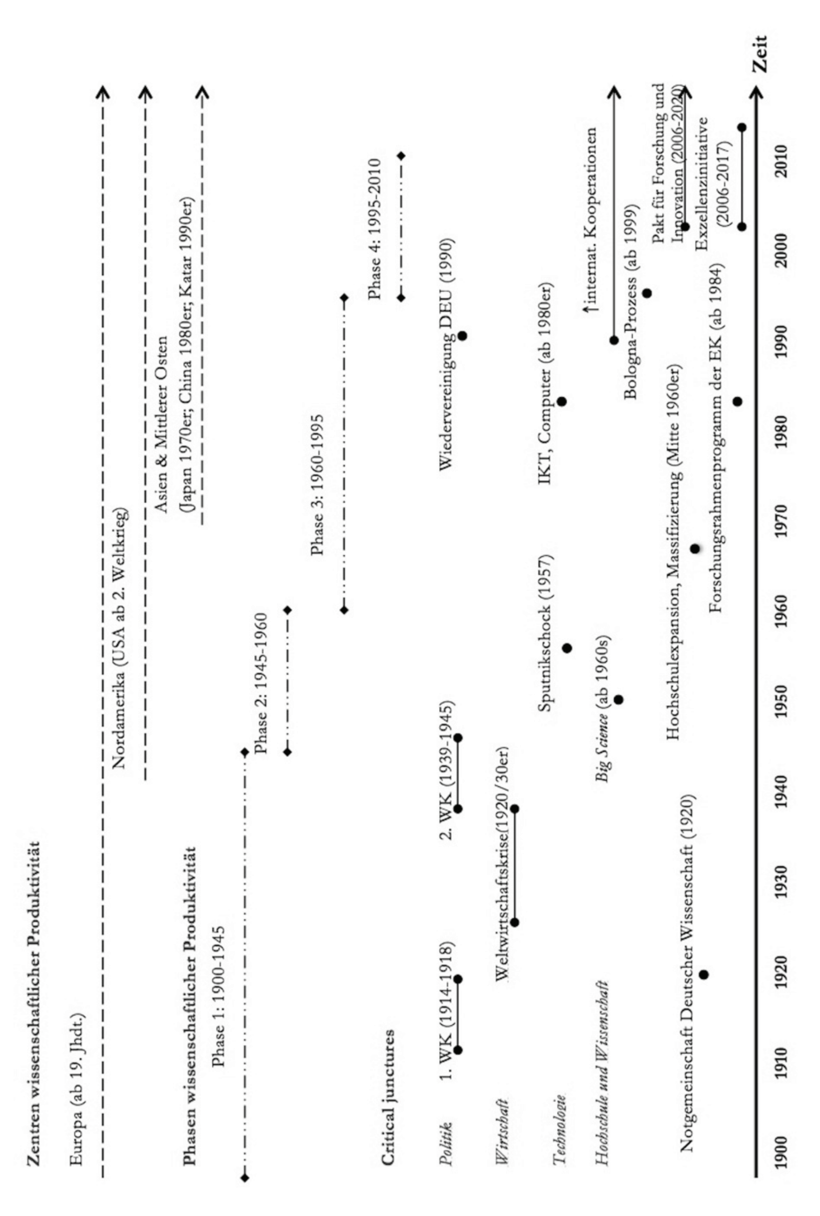
zierung der Hochschulbildung und Wissenschaft zur weltweiten wissenschaftlichen Produktivität bei.

Anhand des vorliegenden empirischen Materials können vier Phasen der Entwicklung wissenschaftlicher Produktivität identifiziert werden:

Die erste Phase erstreckt sich von 1900 bis zur Beendigung des Zweiten Weltkriegs mit einer sehr geringen Anzahl an Zeitschriftenbeiträgen weltweit. In Phase zwei nach Beendigung des Krieges bis zum Beginn der Hochschulexpansion kommt es zunächst zu einer Konsolidierung der Wissenschaft. Die Publikationsaktivität der Wissenschaftler nimmt langsam wieder zu. Der Beginn dieser Phase fällt in den Zeitraum, in dem Nordamerika sich als Zentrum wissenschaftlicher Produktivität neben Europa etabliert. Erst ab den 1960er Jahren kann von einem stetigen Wachstum der Wissenschaft gesprochen werden. In dieser dritten Phase steigen die Publikationszahlen in einer immer schneller werdenden Geschwindigkeit bis 1990 immer weiter an. Sie fällt zusammen mit der weltweit stattfindenden Hochschulexpansion (Anstieg der Studierendenzahlen; steigende Anzahl an Wissenschaftlern). Mitte der 1990er Jahre kommt es kurzfristig zu einem abflachen der Kurve, die allerdings in einer vierten Phase ab Beginn des 21. Jahrhunderts noch einmal zu einer starken weltweiten Expansion wissenschaftlicher Produktivität führt. Diese letzte Phase ist durch ansteigende nationale und internationale wissenschaftliche Kooperationen geprägt. Hinzu kommen weitere nationale Entwicklungen, wie beispielsweise der Bologna-Prozess in Europa, die in vielen Ländern aufgesetzten Initiativen zur Herausbildung exzellenter Wissenschaft oder der »Pakt für Forschung und Innovation«. All diese nationalen Entwicklungen können in dieser Arbeit nicht im Detail betrachtet werden, allerdings werden einzelne Punkte in den Kapiteln 8 und 9 bei der detaillierten Analyse Deutschlands wieder aufgegriffen.

Um die historischen Ereignisse im Verlauf der weltweiten Entwicklung der Wissenschaften mit ihren spezifischen Wendepunkten und der Expansion wissenschaftlicher Produktivität in Beziehung zu setzen, wird chronologisch vorgegangen.

Abbildung 11: Historische Ereignisse als Einflussfaktoren wissenschaftlicher Produktivität



Quelle: eigene Darstellung

1900 wurden weltweit 9.503 Zeitschriftenartikel in den STEM+-Fächern publiziert und in dieser Datenbank indiziert. Geht man wie de Solla Price in den 1960er Jahren vorhergesagt hat von einer Verdoppelungsrate des Wachstums von 10–15 Jahren aus (de Solla Price 1961; 1974 [1963]), müsste das Wachstum 1950, nach Ende des Zweiten Weltkriegs, ungefähr 300.000 Publikationen umfassen. Tatsächlich wurden in dem Jahr nur 22.037 Publikationen veröffentlicht. In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts hatten zwei Weltkriege einen erheblichen Einfluss auf die Produktion wissenschaftlichen Wachstums in Form von Zeitschriftenartikeln, dieses wurde jedoch nur kurzfristig negativ beeinflusst. Direkt nach Beendigung der Kriege stieg das Wachstum sofort wieder an und zwar auf das gleiche Niveau wie vor den Ausbruch der Kriege. 1910 wurden 11.695 Zeitschriftenartikel publiziert. Diese Anzahl hat sich nach Ausbruch des Ersten Weltkriegs im Jahr 1914 nur knapp reduziert. 1915 betrug die Zahl der veröffentlichten Artikel lediglich 10.679 weltweit. Im Jahr 1920, also zwei Jahre nach Kriegsende, stieg die Zahl sofort wieder auf 14.059, also sogar auf etwas mehr als vor Kriegsbeginn. Im gleichen Jahr wurde in Deutschland die Notgemeinschaft Deutscher Wissenschaft gegründet, um die ansteigenden Kosten der Wissenschaft aufzufangen. Der Ausbruch der Weltwirtschaftskrise, einhergehend mit dem Zusammenbruch der New Yorker Börse im Jahr 1929, hat die Entwicklung der Publikationszahlen verlangsamt. Die Differenz betrug zwischen 1930 und 1935 lediglich 103 Zeitschriftenartikel. Bis 1935 stieg die Anzahl der Publikationen in STEM+ kontinuierlich, wenn auch nicht allzu stark auf 25.531 Artikel an. Der Zweite Weltkrieg im Zeitraum von 1939 bis 1945 hatte global einen massiven Einfluss auf die Funktion nationaler Hochschul- und Wissenschaftssysteme unterschiedlichen Ausmaßes. Wie auch schon nach Beginn des Ersten Weltkriegs hat sich im Jahr 1940 die Zahl an Zeitschriftenbeiträgen auf weltweit 23.040 Artikel reduziert. 1945 wurde ein erneuter Tiefpunkt von 20.375 erreicht. Besonders dramatisch fiel der Einschnitt in Deutschland aus (Abschnitt 9.1). Erst in den Nachkriegsjahren 1950 (22.037 Artikel) und 1955 (36.195) wurde weltweit wieder vermehrt geforscht und publiziert. Der starke Anstieg an Publikationen um 64,2 Prozent innerhalb von 5 Jahren kann darauf zurückgeführt werden, dass die Wissenschaftslandschaft nach dem Zweiten Weltkrieg zunächst aufgebaut werden musste, bevor Forscher wieder damit begannen ihre Ergebnisse zu publizieren. Zudem benötigt die Veröffentlichung eines wissenschaftlichen Zeitschriftenartikels in einer Fachzeitschrift, die dem Peer-Review-Verfahren unterliegt, Zeit. Als Reaktion auf den »Sputnikschock« im

Jahr 1957 stellte die US-amerikanische Regierung und auch weitere westliche Regierungen Geldmittel zur Verfügung, um die staatlich geförderte Wissenschaft zu stärken (Baker/LeTendre 2005). Da staatlich finanzierter Forschung immer auch die Pflicht zur Veröffentlichung ihrer Ergebnisse obliegt, kann ein Teil des Anstiegs der Publikationen mit diesem historischen Ereignis erklärt werden. Zudem fiel nach Ende des Krieges der Startschuss zur als *Big Science* bezeichneten Organisation der Wissenschaft in den STEM+-Fächern.

Ab 1960 ist erkennbar, dass die Massifizierung der Hochschulbildung und die zunehmende Globalisierung der Wissenschaft (Meyer/Schofer 2006: 45) einen erheblichen Einfluss auf die Kurve des Wachstums wissenschaftlicher Publikationen haben. Einhergehend mit steigenden Studierendenzahlen und einer wachsenden Anzahl an Wissenschaftlern, vermehrten Ausgaben für FuE, der Ausweitung von Forschungsaktivitäten (Abschnitt 7.1.2) und einer steigenden Anzahl an neugegründeten Forschungsuniversitäten, praxisorientierten Fachhochschulen und außeruniversitären Forschungsinstituten, steigen auch die Publikationen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften rasant an (Gellert 1993; Lenhardt 2005; Witte u.a. 2008). Aber auch die Etablierung der englischen Sprache als weltweite gemeinsame Wissenschaftssprache, die Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnik und die Verbreitung von Computern in den 1980er Jahren sowie eine beginnende Veränderung der Wissenschaftspolitik in den 1960er Jahren haben die Produktion wissenschaftlichen Wissens beeinflusst. Außerdem hat die Wissenschaft auf die zunehmende Komplexität der Gesellschaft (Baker 2014; Kapitel 5 über Eiscreme) mit Diffusion reagiert. Immer mehr Organisationen beteiligen sich an der Produktion wissenschaftlichen Wissens und publizieren dieses Wissen auch in Zeitschriften (siehe Kapitel 9 am Beispiel Deutschlands).

Von 1965 auf 1970 stieg die Anzahl der publizierten Zeitschriftenartikel von 93.250 auf 223.980 an. Dies entspricht mehr als einer Verdoppelung der Publikationszahlen. Ab 1970 sind immer höhere Steigerungsraten in 5-Jahres-Schritten zu beobachten. Zwischen 1980 und 2010 betrug die jährliche Wachstumsrate ungefähr 3,5 Prozent (Zhang u.a. 2015). Im Zuge der bereits angesprochenen Ausweitung der Computer- und Informationstechnik und der Verbreitung des Internets in den 1980er Jahren wurden 1980 373.238 und 1990 sogar 505.936 Artikel publiziert. Bereits 1984 wurde das erste Forschungsrahmenprogramm zur Finanzierung der wissenschaftlichen und technologischen Entwicklung der Mitgliedsstaaten der Europäischen

Union aufgesetzt. Ziel der auf jeweils mehrere Jahre angelegten Programme ist es, die internationale Wettbewerbsfähigkeit zu stärken und grenzüberschreitende Forschung zu fördern. Das aktuelle Programm *Horizon 2020*[64] wird mit insgesamt 70,2 Milliarden Euro gefördert und läuft im Zeitraum von 2014 bis 2020. In diese Zeit fällt auch der in Kapitel 10 zu untersuchende Anstieg nationaler und internationaler wissenschaftlicher Kooperationen. De Solla Prices prognostizierte Verdoppelungsraten wissenschaftlicher Literatur von 15 Jahren konnten zwar nicht durchgängig durchgehalten werden, aber zwischen 1950 und 1960 kam es zu mehr als einer Verdoppelung des Wachstums und zwischen 1950 und 1965 sogar zu mehr als einer Verdreifachung. Die Anzahl der Publikationen in den STEM+-Fächern stieg weltweit von 548.883 im Jahr 1995 auf 997.113 im Jahr 2010 an. Bereits ein Jahr später wurde erstmals die Marke von einer Million veröffentlichten Zeitschriftenartikel pro Jahr überschritten. Dieser Befund zeigt, dass sich die Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen dramatisch erhöht hat. Die Zahl sagt aber nichts über die Qualität der einzelnen Beiträge aus. Es handelt sich um eine rein quantitative Betrachtung der Publikationszahlen.

Für die weltweite Entwicklung der wissenschaftlichen Produktivität zwischen 1900 und 2010 kann die Forschungsfrage vorläufig dahingehend beantwortet werden, dass das absolute Wachstum wissenschaftlicher Produktivität keiner logistischen Kurve folgt, sondern ein exponentiell ansteigendes Wachstum aufweist. Obwohl viele verschiedene historische Ereignisse die Produktion wissenschaftlichen Wissens zumindest zeitweise beeinflusst haben, kam es zu keiner Zeit zu einem abflachen der Wachstumskurve. Derzeitig lässt sich auch nicht bestimmen, ob und wann dies eintritt.

Im nächsten Abschnitt wird die Frage der Entwicklung wissenschaftlicher Produktivität im Zeitverlauf auf einen Vergleich ausgewählter europäischer Länder – Frankreich, Deutschland, Großbritannien, Belgien und Luxemburg – ausgedehnt, um zu überprüfen, ob die oben getroffene Aussage Bestand hat. Die folgenden Ausführungen dienen auch der Vorbereitung der detaillierten Auswertungen des deutschen Falls und der Beantwortung der Frage, wie das deutsche Hochschul- und Wissenschaftssystem in die Entwicklungen der Hochschulbildung und Wissenschaft im Zeitverlauf eingebettet war und ist.

---

64 Detaillierte Information zum Förderprogramm *Horizon 2020* sind auf folgender Webseite abrufbar: Horizon 2020, 27.02.2018, http://www.horizont2020.de/projekt-finanzen.htm.

7.2.2 Das Wachstum wissenschaftlicher Publikationen in Europa

Obwohl Hochschulbildung und die Ausdehnung der Wissenschaft weltweite Phänomene sind, konzentrieren sich Erklärungen meistens auf die nationale Ebene, ohne die Ergebnisse ihrer Analysen in den globalen Kontext einzubetten. Schwerpunkte von Fallstudien liegen häufig auf speziellen Institutionen oder einzelnen Ländern. Vergleichende Studien haben häufig wenige wohlhabende Länder und Industrienationen im Blick (beispielsweise Clark 1995 oder Windolf 1997). Obwohl die eingehende Untersuchung einzelner Länderfallstudien, wie in dieser Arbeit Deutschland, Schwächen in der Übertragbarkeit ihrer Ergebnisse auf andere Länder aufweist, können mit Hilfe detaillierter Einzelfallanalysen Kausalzusammenhänge und Pfadabhängigkeiten detailliert betrachtet werden (Meyer/Schofer 2006: 46f.). Bevor auf die ausführliche Analyse des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems (Kapitel 9) eingegangen wird, sollen zunächst die wichtigsten europäischen Hochschul- und Wissenschaftssysteme des 20. Jahrhunderts gegenübergestellt werden.

Die Auswahl der Länder für den europäischen Vergleich erfolgte auf Basis der historischen Entwicklung Europas und seiner Wichtigkeit für den weltweiten Ausbau neuerer Systeme:

In Europa befinden sich die ältesten Forschungsuniversitäten weltweit – Universität Paris-Sorbonne (gegründet 1150), Universität Cambridge (1209), Universität Heidelberg (1386), Katholische Universität Löwen (1425) – die eine große Anzahl an Publikationen produzieren und weltweit (miteinander) vernetzt sind. Außeruniversitäre Forschungsinstitute, wie Frankreichs *Centre national de la recherche scientifique* (CNRS) oder Deutschlands Max-Planck-Gesellschaft, die im Verlauf des 20. Jahrhunderts gegründet wurden, sind gleichermaßen etabliert. Die Länder unterscheiden sich in der Zeit, die seit der Gründung und Differenzierung der vorgestellten Organisationsformen und -felder verging.

Die Hochschul- und Wissenschaftssysteme Frankreichs, Deutschlands, Großbritanniens, Belgiens und Luxemburgs im Vergleich

Die Analyse zeigt, dass Deutschland (55.009) im Vergleich zu Großbritannien (47.858) und Frankreich (33.989) im Jahr 2010 in absoluten Zahlen (*totals*) mit Abstand die meisten Zeitschriftenartikel in den STEM+-Fächern produziert hat. Die Berücksichtigung zweier kleinerer Hochschul- und Wissenschaftssysteme – Belgien und Luxemburg – macht, gemessen in ab-

soluten Zahlen, deutlich, dass die schiere Größe einen Einfluss auf die Produktionsleistung hat. Die kontrastierenden Länder Belgien (9.310 Publikationen in 2010) mit seinen Jahrhunderte alten, ehrwürdigen und weltweit renommierten Forschungsuniversitäten in Flandern und Wallonien sowie Luxemburg (210) mit der erst im Jahr 2003 gegründeten und einzigen Forschungsuniversität betonen diesen Befund eindrücklich (ausführlich siehe Powell/Dusdal 2016; Powell/Dusdal 2017a; b)[65] Die Schwierigkeit des Vergleichs der Fallstudien liegt in ihrer Diversität, Größe, den unterschiedlichen sprachlichen Kontexten, Investitionen in FuE und verschiedener institutioneller Settings und Organisationsformen wissenschaftlicher Produktivität. Belgien stellt einen besonders schwer zu vergleichenden Fall dar, da das Hochschul- und Wissenschaftssystem eigentlich differenzierter betrachtet werden müsste, aufgrund seiner unterschiedlichen Ausgestaltung in Flandern und Wallonien (Ebbinghaus 2005b: 140).

Die Ergebnisse zeigen zunächst allerdings nur, dass die Größe an sich wie zu erwarten einen Einfluss auf die Anzahl wissenschaftlicher Publikationen hat. Um die Zahlen besser einordnen und vergleichen zu können, muss eine korrigierende Größe herangezogen werden. Die hier ausgewählten Länder unterscheiden sich zum Teil sehr deutlich in der Struktur und dem Institutionalisierungsgrad, den Wissenschaft produzierenden Organisationsformen und dem Grad der Internationalisierung ihrer Hochschul- und Wissenschaftssysteme. Zudem verfolgen sie voneinander abweichende Wissenschaftspolitiken, stehen aber dennoch miteinander im ständigen Wettbewerb und (internationaler) Zusammenarbeit. Partiell teilen sie Landesgrenzen, unterscheiden sich aber auch hinsichtlich der in ihnen gesprochenen Sprache(n) und Kultur, in ihrer Demografie, Geografie und Größe, aber auch hinsichtlich ihrer Investitionen in FuE (Abbildung 9).

Das stark differenzierte französische Hochschul- und Wissenschaftssystem zeichnet sich durch vergleichsweise forschungsschwache Universitäten und einen großen forschungsstarken außeruniversitären Sektor aus (Musselin/Vilkas 1994). Das CNRS allein umfasst ungefähr 100 Forschungsstrukturen, wie Labore und Institute, die größtenteils innerhalb von Universitäten verortet sind und repräsentiert Tausende führende Wissenschaftler. Im ganzen Land gibt es nur 79 Universitäten. Die Krise der Universitäten ist Ausdruck fehlender finanzieller Ressourcen, steigender Bürokratie und ungünstiger Arbeitsmarktchancen der Absolventen (Bernhard

65 Die Präsentation der Anzahl der Publikationen für ausgewählte Länder im Zeitverlauf und für die unterschiedlichen Zählweisen erfolgt in Tabelle A5 im Anhang.

2017). Obwohl einige von ihnen die einflussreichsten Forschungsgruppen und Laboratorien des Landes beherbergen, gehen sie hauptsächlich ihrem Lehrauftrag nach und produzieren nur wenig eigene Forschung. Zudem stehen sie in Konkurrenz zu den *grandes écoles*, einer besonderen Form elitärer und spezialisierter Hochschulen, die als Ausbildungsstätte für den Staatsdienst fungieren (Kreckel 2008: 88).

Das »Humboldtsche« Modell universitätsbasierter Forschung gilt als eines der weltweit ältesten und einflussreichsten Konzepte zur Etablierung der Hochschulbildung (Humboldt 1809). Ungeachtet der voranschreitenden Transformation des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems, nicht zuletzt eingeleitet durch die Wiedervereinigung im Jahr 1990, hat dieses Modell große Aufmerksamkeit erlangt und wurde weltweit exportiert (Ash 1999a; Clark 2006; Pritchard 2006). Durch die Einrichtung praxisorientierter Fachhochschulen, der Gründung außeruniversitärer Forschungsinstitute, rückläufiger staatlicher Finanzierung, stärkerer Internationalisierung und Europäisierungsprozesse geriet dieses Modell immer stärker unter Druck. Mit seinen 126 Forschungsuniversitäten und 256 außeruniversitären Forschungsinstituten, unter dem Dach der Fraunhofer-Gesellschaft, der Helmholtz-Gemeinschaft, der Max-Planck-Gesellschaft und der Leibniz Gemeinschaft zusammengefasst, verfügt es über einen vergleichsweise hohen universitären Institutionalisierungsgrad und forschungsstarke Institute.[66]

Großbritannien nimmt im weltweiten Vergleich eine führende Rolle ein. Als Gründungsland einer der ältesten wissenschaftlichen Gesellschaften, *The Royal Society* im Jahr 1660, trägt Großbritannien mehr zur Produktion wissenschaftlichen Wissens bei, als seine Größe vermuten lässt. Obwohl weniger als ein Prozent der Weltbevölkerung in dem Land lebt, wendet es 3,2 Prozent der weltweiten Ausgaben in FuE auf und beheimatet 4,1 Prozent aller Wissenschaftler weltweit (Elsevier 2013). Nach Implementierung des *Further and Higher Education Act* im Jahr 1992 erhielten Höhere Technische Hochschulen Universitätsstatus. Die Anzahl der Universitäten stieg auf 86 an (Tight 2009). Zudem wurden neue Universitäten gegründet. Sie werden als »Post–92« oder »moderne« Universitäten bezeichnet. Die wichtigsten 24 Forschungsuniversitäten werden innerhalb der *Russell Group* zusammengefasst (Russell Group 2012).

Aufgrund seiner kulturellen und politischen Geschichte ist die belgische Hochschullandschaft in Sprachgemeinschaften geteilt, die auch für die

66 Eine ausführliche Beschreibung des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems folgt im sich anschließenden Kapitel 8.

Hochschulbildung und Forschungspolitik zuständig sind. Die beiden größten Gemeinschaften bilden das Flämisch sprechende Flandern und das Französisch sprechende Wallonien. Eine kleine Gruppe Deutsch sprechender Belgier lebt in Eupen. Brüssel, die kosmopolitische Hauptstadt Europas, gilt als zentraler Treffpunkt aller Gemeinschaften (Dassen/Luijten-Lub 2007: 9f.). Auch Belgien mit seinen insgesamt dreizehn Forschungsuniversitäten in Flandern und Wallonien (METRIS 2012: 31) hat einen stark institutionalisierten Universitätssektor. Seit 1874 haben Universitäten das weitestgehend exklusive Recht fundamentale wissenschaftliche Forschung zu betreiben. Außeruniversitäre Forschung ist sowohl in Flandern als auch in Wallonien nicht sehr stark verbreitet, obwohl Flandern über vier außeruniversitäre Forschungszentren verfügt (BMC 2009: 34; Belspo 2013) und in Wallonien im Jahr 2002 ein Netzwerk von sieben Wissenschafts- und Technologieparks gegründet wurde, das Unternehmen beherbergt, die eng mit den ansässigen Universitäten zusammenarbeiten.

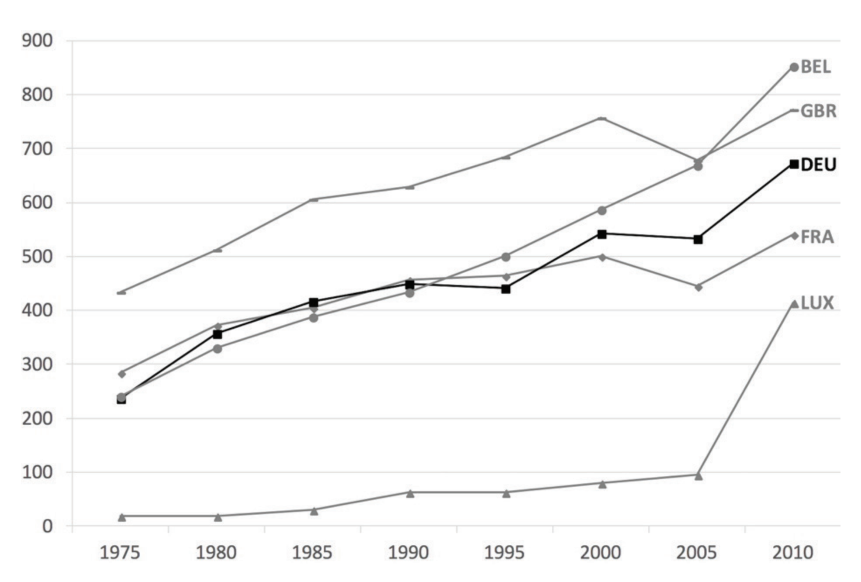
Obwohl der Ausbau Luxemburgs Hochschullandschaft und seine Forschungskapazität sehr schnell ansteigt (Meyer 2008), ist ein Vergleich mit den anderen Ländern begrenzt. Luxemburg verfügt über eine der jüngsten Forschungsuniversitäten Europas (Gründung 2003). Ergänzt wird das kleine, aber vielfältige Hochschul- und Wissenschaftssystem durch drei staatlich finanzierte außeruniversitäre Forschungsinstitute, die eng mit der Universität des Landes zusammenarbeiten sollen, um die Wirtschaft anzukurbeln und zu gestalten (Powell 2015). Das neu gegründete Konsortium »3LIU« umfasst die Universität, das *Luxembourg Institute of Science and Technology* (LIST), das *Luxembourg Institute of Health* (LIH) – eine hybride Organisation, die aus der Fusion des staatlichen Forschungsinstitutes für Gesundheit (CRP-Santé) und der *Integrated Biobank of Luxembourg* (IBBL) hervorgegangen ist – und dem *Luxembourg Institute of Socio-Economic Research* (LISER). Allerdings bildet die Universität Luxemburg weiterhin das Herzstück der Forschung (siehe ausführlich Powell/Dusdal 2017a; Dusdal/Powell 2018).

Wissenschaftliche Produktivität gemessen an der Anzahl der Einwohner

Die Regierungen aller fünf Länder verfolgen unterschiedliche Strategien zur Investition in FuE und aufgrund der unterschiedlichen Größe ihrer Hochschul- und Wissenschaftssysteme unterscheiden sie sich auch hinsichtlich der Anzahl der Wissenschaftler, gemessen am Anteil aller Arbeitnehmer. Auch divergente institutionelle Pfade und Kombinationen von Forschungs-

universitäten, außeruniversitären Forschungsinstituten und anderen Organisationsformen, die zur Produktion von Wissenschaft beitragen, sollten bei der Analyse berücksichtigt werden (siehe Kapitel 9 am Beispiel Deutschlands). Leider stehen adäquate Informationen zur genauen Anzahl der im Hochschulsektor arbeitenden Wissenschaftler nicht, oder nicht vollständig zur Verfügung. Aus diesem Grund wurde in dieser Arbeit in einem ersten Schritt der wissenschaftliche Output mit der Zahl der Einwohner pro Kopf (Tabelle A6 im Anhang) in Beziehung gesetzt, um zuverlässige und vergleichbare Ergebnisse zwischen Ländern unterschiedlicher Größe und Wissenschaftskapazität zu erzielen (Abbildung 12).

Abbildung 12: Publikationen (totals) per 1 Million Einwohner in STEM+-Fächern in Belgien, Deutschland, Frankreich, Großbritannien und Luxemburg, 1975–2010



Quelle: SPHERE Projektdatenbank (Rohdaten aus Thomson Reuters WoS SCIE) und OECD.Stat (2018b), eigene Berechnung

Da bei dieser Analyse nicht die Wissenschaftler selbst im Vordergrund stehen, sondern die Publikationen, die pro Einwohner veröffentlicht wurden, dienen die tatsächlichen Publikationszahlen (*totals*) des jeweiligen Landes in den betrachteten Jahren als Berechnungsgrundlage. Ein Vergleich der Berechnung der Zahlen auf Basis von WC (Abbildung A1 und Tabelle A6 im

Anhang) zeigt, dass die Trends identisch sind, sich allerdings auf einem unterschiedlich hohen Niveau bewegen.

Gemessen an der Einwohnerzahl, ist Deutschland das mit Abstand größte Land mit fast 82 Millionen Einwohnern im Jahr 2010. Frankreich (63 Millionen) und Großbritannien (62 Millionen) sind in etwa gleich groß. Belgien ist wesentlich bevölkerungsärmer mit 11 Millionen Einwohnern und in Luxemburg wohnten im Jahr 2010 lediglich 507.000 Menschen (OECD.Stat 2018b). Obwohl Deutschlands langfristige Stärke bis heute anhält, steht Belgien an der Spitze, wenn die wissenschaftliche Produktion pro Kopf berechnet wird. Jedoch können Investitionen in FuE allein weder die Expansion der Wissenschaft allgemein noch Länderunterschiede erklären. Festzuhalten ist für Belgien, Deutschland, Frankreich, Großbritannien und Luxemburg ein stetiges Wachstum der Produktivität pro Kopf. Bis zum Jahr 1995 verlaufen die Kurven allerdings eher flach. Durch die Korrektur des Publikationsoutputs kann eine feinere Analyse vorgenommen werden. Gemeinsam haben Frankreich und Großbritannien, dass es zwischen den Jahren 2000 und 2005 zu einem Rückgang der Publikationszahlen kam und die Zahlen in Deutschland nur sehr leicht von 543 auf 533 Publikationen gesunken sind. Zu dieser Zeit nahm der Einfluss supranationaler Entscheidungen auf einzelne nationale Hochschul- und Wissenschaftssysteme rapide zu. Dies hatte natürlich auch einen großen Einfluss auf die in den Systemen arbeitenden Wissenschaftler und damit einhergehend auf ihr Publikationsverhalten. Als einschneidenstes Ereignis der letzten 50 Jahre gilt sicher die Einführung der Standardisierung der europäischen Hochschullandschaft mit ihrer Harmonisierung der Studiengänge und -abschlüsse, kurz die Unterzeichnung der Bologna-Erklärung im Jahr 1999 (Powell u.a. 2012a). Der Beschluss, den organisationalen Wandel »gewaltsam« herbeizuführen, hatte natürlich auch einen Einfluss auf die Expansion (wissenschaftlicher Publikationen) in Europa (Schofer/Meyer 2005).

Die in Deutschland zu erkennende Abflachung der Publikationsleistung kann unter anderem mit der Wiedervereinigung im Jahr 1990 (Abbildung 16) und der daraus erfolgten Vereinigung zweier strukturell völlig unterschiedlicher und forschungsstarker Systeme erklärt werden. Auch die Einführung der ersten Runde der Exzellenzinitiative zur Förderung von Wissenschaft und Forschung an Universitäten im Jahr 2005 hat zu einer gesteigerten Konkurrenz zwischen Universitäten und einem erhöhten Druck zur Bereitstellung exzellenter Forschung und der Publikation ihrer Ergebnisse geführt (Münch 2007).

Im Gegensatz zu den eben betrachteten Ländern ist die Zahl der Publikationen in Großbritannien und Luxemburg in diesem Zeitraum (dramatisch) angestiegen. Der Anstieg in Luxemburg ist in erster Linie mit der Gründung der Universität im Jahr 2003 zu erklären (Powell 2012). Die ersten Forschungsaktivitäten können zwar bis in die 1970er Jahre zurückverfolgt werden (Rohstock 2010), allerdings kam es erst mit Etablierung außeruniversitärer Forschungsinstitute in den 1980er Jahren und der Einrichtung der Universität Luxemburg zu einem nennenswerten Anstieg der Publikationen. Auf Großbritannien hatte die Einführung des Bologna-Prozesses keinen außerordentlichen Einfluss, da das Land selbst aktive und treibende Kraft der Reformen war und Großbritannien unter anderem die weltweit ältesten Universitäten beheimatet, die bereits zu diesem Zeitpunkt sehr erfolgreich international vernetzt waren (Graf 2009). Auch die im Jahr 1986 beginnende Implementierung des REF zur Evaluation der Qualität des britischen Hochschulsystems und Verteilung von staatlichen Ressourcen (Marques u.a. 2017) ist ein Indikator für gestiegene Publikationsleistungen. Bemerkenswert ist, dass einzig in Großbritannien die Wachstumskurve in Bezug auf die Einwohnerzahl im betrachteten Zeitrahmen linear verläuft.

Wissenschaftliche Produktivität gemessen an der Anzahl der Wissenschaftler

Um die absoluten Zahlen der publizierten Zeitschriftenartikel besser einordnen zu können, wurde im vorangehenden Abschnitt bereits die Einwohnerzahl als korrigierende Größe herangezogen. Im Kontext wissenschaftlicher Forschung ist es natürlich wichtig auch die Anzahl der Wissenschaftler in einem zweiten Schritt in die Analyse mit einzubeziehen. Zu erwarten ist, dass Länder mit einer höheren Anzahl an Forschern in den STEM+-Fächern auch eine größere Anzahl an Zeitschriftenartikeln veröffentlichen. Wie bereits berichtet, ist eine Bestimmung der genauen Anzahl der forschend tätigen Personen sehr schwierig. Nicht alle Hochschulabsolventen gehen einer Tätigkeit an einer Hochschule oder außeruniversitären Forschungseinrichtung nach, viele von ihnen sind auch in der Wirtschaft oder anderen gesellschaftlichen Teilbereichen aktiv. Wie im nächsten Kapitel zu zeigen sein wird, ist nicht klar zu bestimmen, in welchen Bereichen wissenschaftliche Forschung betrieben wird, deren Ergebnisse in Fachzeitschriften publiziert werden. Dieser Befund verkompliziert die Angabe der Anzahl der Wissenschaftler zusätzlich. Zudem unterscheiden sich die zur Verfügung stehenden Daten im Zeitverlauf stark voneinander, oder sie stehen nicht für

alle zu betrachtenden Länder zur Verfügung. In dieser Arbeit wird sich ferner auf Publikationen in den STEM+-Fächern beschränkt. Aus diesem Grund sollten nur Wissenschaftler in die Berechnung mit einbezogen werden, die diesem Fächerspektrum zugeordnet werden können. Zur Verfügung stehen Daten zur Angabe aller Forscher für alle Fächergruppen. Die Angabe erfolgt zur besseren Vergleichbarkeit durch Vollzeitäquivalente (VZÄ), eine errechnete Zahl, die sich ergibt, wenn es nur Vollzeit beschäftigte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler gäbe (OECD.Stat 2018c). Eine Aufschlüsselung nach Fächern ist für die hier betrachteten Länder Frankreich, Deutschland, Großbritannien, Belgien und Luxemburg leider nicht möglich, da die Daten weder im UNESCO Science Report (2015), noch in den Statistiken der OECD (2016) in brauchbarer Qualität vorliegen. Die Anzahl der Wissenschaftler lässt sich jedoch für die drei Bereiche Wirtschaft, Hochschulen und Staat aufschlüsseln, allerdings wird auch hier nicht klar, wer zu den benannten Gruppen gehört. Die Anzahl der Forscher in den STEM+-Fächern ist natürlich wesentlich geringer, somit ist zu erwarten, dass die Publikationszahlen per einhundert Wissenschaftler in dieser Analyse (Abbildung 13) unterschätzt werden.

Tabelle 3: Anzahl der Wissenschaftler (VZÄ) in Belgien, Deutschland, Frankreich, Großbritannien und Luxemburg, 1985–2010

		Land				
		BEL	*DEU*	*FRA*	*GBR*	*LUX*
Jahr	*1985*	14.759	147.419	102.253	131.000	-
	1990	17.863	209.136	123.938	133.000	-
	1995	23.309	231.128	151.249	145.673	-
	2000	30.540	257.874	172.070	170.554	1.646
	2005	33.146	272.148	202.507	248.559	2.227
	2010	40.832	327.996	243.553	256.585	2.613

Anmerkung: Für Deutschland standen die Angaben zur Anzahl der Wissenschaftler in den Jahren 1985 und 1990 nur für Westdeutschland zur Verfügung. Zudem weisen die Zahlen im Jahr 1990 Lücken für Belgien und Deutschland auf. Aus diesem Grund wurden die Mittelwerte aus den zur Verfügung stehenden Jahrgängen 1989 und 1991 gebildet.

Quelle: OECD.Stat (2018c), eigene Berechnung

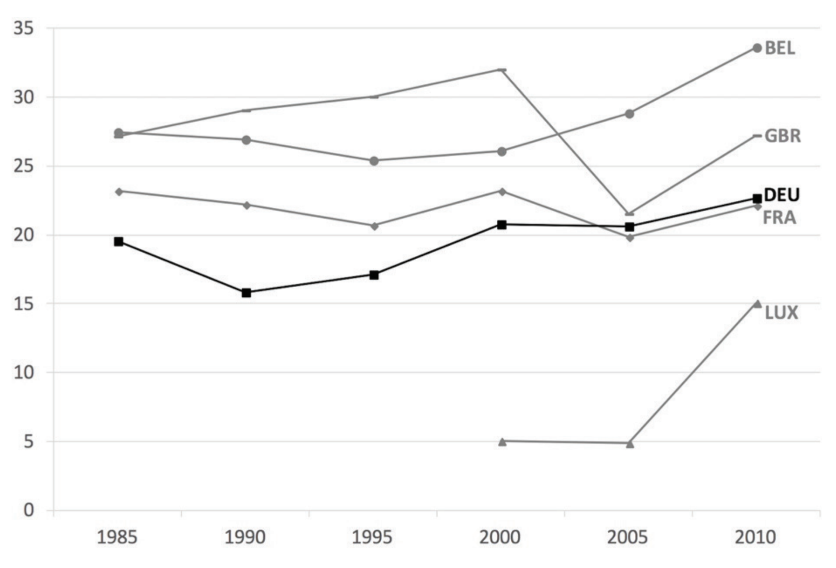
Die absolute Anzahl an Wissenschaftlern unterscheidet sich in den fünf Ländern deutlich voneinander, obwohl der Trend in allen Ländern gleich ist: Die Zahl der Wissenschaftler wächst (Tabelle 3). Zwischen den Jahren 1985 und 2010 kam es sowohl in Deutschland, als auch in Belgien, Frankreich, Großbritannien und Luxemburg zu einem enormen Zuwachs an Forschern in allen Disziplinen. In Deutschland hat sich die Zahl der Wissenschaftler von 147.419 im Jahr 1985 mehr als verdoppelt auf 327.996 im Jahr 2010. Die Besonderheit des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems besteht darin, dass durch die Wiedervereinigung im Jahr 1990 zwei völlig unterschiedliche Systeme miteinander in Einklang gebracht werden mussten (Kocka/Mayntz 1998). Die Angaben zur Zahl der Forscher wurde erst ab dem Jahr 1991 für Gesamtdeutschland erhoben, in den Jahren davor (hier 1985 und 1990) stehen lediglich Informationen zu Westdeutschland zur Verfügung. Der Anstieg der Anzahl der Wissenschaftler zwischen 1990 und 1995 könnte somit durch die Fusion beider Systeme erklärt werden. Auffällig ist allerdings, dass dieser Anstieg nicht besonders hoch ausfällt, sondern lediglich einem Anstieg um 11 Prozent entspricht. Da es zwischen den Jahren 1995 und 2000 zu einem ähnlichen Anstieg um 12 Prozent kam, wäre es an dieser Stelle interessant, auch die Anzahl der Wissenschaftlerinnen in Ostdeutschland in den Jahren 1985 und 1990 zu kennen, um erklären zu können, ob die Wiedervereinigung einen signifikanten Einfluss auf das Wachstum des Hochschul- und Wissenschaftssystems, gemessen an der Anzahl der Wissenschaftler, hatte.

In Belgien waren im Jahr 1985 lediglich 14.759 Forscher beschäftigt. Dies entspricht ungefähr einem Zehntel der Größe Westdeutschlands zu diesem Zeitpunkt. Innerhalb von 15 Jahren hat sich die Anzahl etwas mehr als verdoppelt, auf 30.540 Wissenschaftler. Das kontinuierliche Wachstum in Belgien setzte sich auch in den Jahren 2005 (33.146 Wissenschaftler) und 2010 (40.832) fort. Das Wachstum in Frankreich vollzog sich allerdings etwas langsamer als in Belgien. Eine Verdoppelung der Zahl der Wissenschaftler wurde erst im Jahr 2000 erreicht. Im Jahr 2010 stieg die Zahl dann noch einmal von 202.507 auf 243.555 innerhalb von fünf Jahren. Obwohl Großbritannien im Vergleich zu Frankreich relativ wenig in FuE investiert (Abbildung 9), werden deutlich mehr Wissenschaftlerinnen im Land beschäftigt als in Frankreich, (auch) bei vergleichbarer Einwohnerzahl.

Die Verhältnisse der Einwohnerzahl zur Anzahl der Wissenschaftler schwankt deutlich zwischen den Ländern. Im Jahr 2010 kamen auf 1.000 Einwohner 3,7 Wissenschaftler in Belgien, 4,0 in Deutschland, 3,9 in Frank-

reich, 4,1 in Großbritannien und 5,2 in Luxemburg. In absoluten Zahlen jedoch sind in Luxemburg deutlich weniger Forscher beschäftigt als in allen anderen Ländern. Vor dem Jahr 2000 stehen keine Daten zur Zahl der Wissenschaftler in Luxemburg zur Verfügung. Dieser Umstand hängt natürlich damit zusammen, dass die einzige Forschungsuniversität des Landes erst spät gegründet wurde, was die verzögerte Verwissenschaftlichung symbolisiert, allerdings mit starker Entwicklung. Der extreme Anstieg von 1.646 Wissenschaftlern im Jahr 2000 auf 2.227 kann folglich mit der Gründung der Universität erklärt werden. Der Ausbau der Universität mit steigenden Studierendenzahlen und die Etablierung und Fusionierung staatlich geförderter Forschungsinstitute außerhalb der Universität haben zu einem weiteren Anstieg der Beschäftigten auf 2.613 im Jahr 2010 geführt.

Abbildung 13: Publikationen (WC) per 100 Wissenschaftler (VZÄ) in Belgien, Deutschland, Frankreich, Großbritannien und Luxemburg, 1985–2010



Anmerkung: Für Deutschland standen die Angaben zur Anzahl der Wissenschaftler in den Jahren 1985 und 1990 nur für Westdeutschland zur Verfügung. Somit wurden zur Berechnung der Produktivität auch nur die Publikationszahlen für Westdeutschland für die beiden Jahre herangezogen. Zudem weisen die Zahlen der absoluten Anzahl der Wissenschaftler im Jahr 1990 Lücken für Belgien und Deutschland auf. Aus diesem Grund wurden die Mittelwerte aus den zur Verfügung stehenden Jahrgängen 1989 und 1991 gebildet.

Quelle: SPHERE Projektdatenbank (Rohdaten aus Thomson Reuters WoS SCIE) und OECD.Stat (2018c), eigene Berechnung

Die aufgestellte These, dass eine höhere Anzahl an Wissenschaftlern zu höheren Publikationszahlen führen müssten, wird im Vergleich der absoluten Zahlen bestätigt. Im Jahr 2010 wurden in Deutschland 327.996 Wissenschaftler beschäftigt, die 74.287 Publikationen (WC) in den STEM+-Fächern veröffentlicht haben. Gefolgt von Großbritannien mit 256.585 Wissenschaftlern und 69.931 Publikationen. In Frankreich wurden im selben Jahr 243.533 Forscher beschäftigt, die 53.878 Artikel in wissenschaftlichen Zeitschriften in diesen Fächern veröffentlicht haben. Die 40.832 Wissenschaftler aus Belgien haben 13.719 Publikationen produziert und Luxemburgs Forscher (2.613) haben 394 Artikel im Jahr 2010 veröffentlicht.

Bringt man beide Größen jedoch ins Verhältnis miteinander, verändern sich die Ergebnisse deutlich (Abbildung 13). Die unterschiedlichen institutionellen Settings der jeweiligen Länder und dominierenden Organisationsformen (siehe oben), in denen Wissenschaft betrieben und produziert wird, hat einen erheblichen Einfluss auf die Publikationsleistung des Landes. Länder mit starken Forschungsuniversitäten sind deutlich produktiver, als diejenigen, in denen andere Organisationsformen die Produktion wissenschaftlichen Wissens dominieren. Dieser Befund ist von besonderem Interesse zur Beantwortung meiner übergeordneten Fragestellung. Es kommt nicht nur darauf an, wie viele Wissenschaftler innerhalb eines Hochschul- und Wissenschaftssystems beschäftigt sind, sondern auch darauf, in welchen institutionellen Settings und Organisationsformen sie arbeiten.

Bei der folgenden Analyse stehen die Forscher im Zentrum des Interesses, die in Deutschland beschäftigt sind. Es geht also um die Anzahl der Personen und jeder genannte Autor sollte eine Anerkennung für seine Arbeit an dem Artikel bekommen. Aus diesem Grund wurden die Publikationszahlen auf Basis der WC als Bemessungsgrundlage gewählt. Ein Vergleich mit den tatsächlichen Publikationszahlen kann in Tabelle A7 und Abbildung A2 im Anhang gezogen werden.

Die Publikationszahlen pro 100 Wissenschaftler ist in Frankreich im Zeitverlauf relativ stabil geblieben. Im Durchschnitt wurden 22 Publikationen veröffentlicht. Wobei die wenigsten im Jahr 2005 (20 Publikationen) und die meisten in den Jahren 1985 und 2000 (23) veröffentlicht wurden. Im Jahr 1985 haben sowohl Wissenschaftler in Belgien als auch Großbritannien mit jeweils 27 Zeitschriftenartikeln mit Abstand am meisten publiziert. Bis zum Jahr 2000 konnten die Publikationszahlen in Großbritannien bis auf 32 pro 100 Forscher gesteigert werden. Belgiens Zahlen blieben hingegen konstant. Danach kam es zu einem Wendepunkt. Die Publikationsleistung in

Großbritannien sank dramatisch auf lediglich 22 Publikationen im Jahr 2005, obwohl die absolute Zahl der Wissenschaftlerinnen weiter anstieg. Erst fünf Jahre später wurde sich wieder dem Ausgangspunkt mit 27 Publikationen angenähert. In Belgien hingegen stiegen die Publikationszahlen kontinuierlich an, auf 29 im Jahr 2005 und sogar 34 im Jahr 2010. Beispielsweise ist die Anzahl der Publikationen mit 43,8 Prozent stärker gestiegen als die Anzahl der Wissenschaftler mit lediglich 23,2 Prozent. Folglich musste es zu einem Anstieg der Publikationen pro 100 Wissenschaftler kommen. In Deutschland kam es zunächst zu einem Absinken der Publikationszahlen pro 100 Wissenschaftler von 20 im Jahr 1985 auf 16 im Jahr 1990. Im Jahr der Wiedervereinigung (1990) wurden anteilig 17 Publikationen veröffentlicht. Im Folgezeitraum kam es zu einem Wachstum der Publikationszahlen, die bis zum Jahr 2005 stabil blieben und danach leicht anstiegen auf 23 Veröffentlichungen im Jahr 2010. Die Publikationszahlen pro 100 Wissenschaftler stehen für Luxemburg erst ab dem Jahr 2000 zur Verfügung, da in den Jahren davor keine Zahlen zur Gesamtzahl der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler von der OECD bereitgestellt werden, obwohl in Luxemburg schon ab dem Jahr 1975 eine kleine Menge an Publikationen in den STEM+-Fächern veröffentlicht wurden. Da die einzige Forschungsuniversität des Landes jedoch erst im Jahr 2003 gegründet und somit erst ab diesem Jahr ernsthaft Forschung im Land betrieben wurde, ist der steile Anstieg von fünf Publikationen pro 100 Wissenschaftler in den Jahren 2000 und 2005 auf 15 im Jahr 2010 leicht zu erklären. Aufgrund der geringen absoluten Anzahl an Wissenschaftlern und der Publikationszahlen ist ein Vergleich mit Belgien, Deutschland, Frankreich und Großbritannien natürlich nicht sehr aussagekräftig.

Die Analysen im vorangegangenen Abschnitt zeigen eindrücklich, dass es im Zeitverlauf, gemessen in absoluten Zahlen, zu einem enormen Anstieg der Publikationsleistung weltweit und im europäischen Vergleich kam. Werden diese Zahlen allerdings ins Verhältnis zu den Ausgaben für Forschung und Entwicklung, der Größe der Hochschul- und Wissenschaftssysteme, der Anzahl der Einwohner und der Wissenschaftler im Verhältnis zur Einwohnerzahl, und besonders den Publikationen im Verhältnis zur Anzahl der Forscher gestellt, kann gezeigt werden, dass die anfänglich angenommene extreme Expansion der wissenschaftlichen Publikationen in den STEM+-Fächern auf einem allgemeinen Wachstum der Hochschul- und Wissenschaftssysteme basiert. Zudem spielt es eine Rolle, in welchen institutionellen Settings und Organisationsformen die Wissenschaftler beschäftigt sind,

die Artikel in wissenschaftlichen Zeitschriften publizieren. Anhand der ausgewählten Fallbeispiele konnte gezeigt werden, dass Hochschul- und Wissenschaftssysteme, die über forschungsstarke Universitäten (hier Belgien, Deutschland und Großbritannien) verfügen, höchst produktiv sind. Es scheint, dass die Universität als Organisationsform immer noch einen erheblichen Einfluss auf die Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen eines Landes hat. Nach wie vor bietet sie sehr gute Forschungsvoraussetzungen, obwohl die in ihr beschäftigten Wissenschaftler im Vergleich zu außeruniversitären Forschungsinstituten einer Lehrtätigkeit nachkommen müssen und weniger finanzielle Mittel zur Verfügung haben. Auch wenn Großbritannien von den untersuchten Ländern am wenigsten in FuE investiert, folgt das Land Belgien in Bezug auf die Anzahl wissenschaftlicher Publikationen pro Einwohner und Wissenschaftler. Allerdings beschäftigt Großbritannien gemessen an der Einwohnerzahl des Landes die zweitmeisten Forscher.

Bevor mit der eigentlichen detaillierten Analyse des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems in den nachfolgenden zwei Kapiteln begonnen wird, soll kurz ein Überblick über die wichtigsten bereits gewonnenen Befunde gegeben werden, um zu zeigen, wie die für Deutschland festgehaltenen Ergebnisse im internationalen Vergleich einzuordnen sind:

Als Vertreter und Fallbeispiel des ältesten Zentrums wissenschaftlicher Produktivität trägt Deutschland seit Mitte des 19. Jahrhunderts einen großen Teil zur Produktion von Publikationen in den STEM+-Fächern bei. Die jährliche Wachstumsrate an Zeitschriftenartikeln betrug im Jahr 2011 3,35 Prozent. Deutschland folgt somit den USA und China als drittproduktivstes Land weltweit, gemessen an Publikationen in Zeitschriftenartikeln, die im SCIE verzeichnet sind. Dieser Platz wird auch dadurch begünstigt, dass viel in FuE investiert wird. Im Jahr 2016 wurden 92,4 Milliarden Euro von der Regierung bereitgestellt, das entspricht einem Anteil von 2,9 Prozent am BIP. Leider konnte auch in dem Jahr das von der EU gesetzte Ziel eines Anteils von drei Prozent nicht erreicht werden. Die Universitäten erhalten insgesamt lediglich 18 Prozent der Mittel, die für FuE ausgegeben werden.

Das deutsche Hochschul- und Wissenschaftssystem zeichnet sich durch eine Symbiose moderner Universitäten mit einem hohen Institutionalisierungsgrad aus und forschungsstarken außeruniversitären Forschungsinstituten, die zunehmend in eine Konkurrenzsituation miteinander treten. Forschung in Deutschland wird aber nicht nur in den klassischen Organisationen der Wissenschaft durchgeführt, sondern auch in Unternehmen. Dass

diese mit ihren Forschungsvorhaben etwas andere Ziele verfolgen als Universitäten und Forschungsinstitute drückt sich auch darin aus, dass sie zusätzlich zu den Publikationen Entwicklungen zum Patent anmelden. Allein die beiden großen Industrieunternehmen *Robert Bosch* und *Siemens* haben im Jahr 2014 gemeinsam mehr als 20.000 Patente angemeldet.

Die als *critical junctures* diskutierten historischen Ereignisse mit Einfluss auf die wissenschaftliche Produktivität werden an dieser Stelle noch nicht ausführlich diskutiert. Hervorgehoben wird aber, dass die beiden Weltkriege einen erheblichen Einfluss auf die Produktion wissenschaftlichen Wissens in Form von Zeitschriftenartikeln in Deutschland hatten. Im Jahr 2010 wurden insgesamt 55.009 (*totals*) Zeitschriftenartikel in den STEM+-Fächern publiziert. Somit nimmt Deutschland im Vergleich zu Großbritannien, Frankreich, Belgien und Luxemburg die Spitzenposition ein, wenn lediglich die absoluten Zahlen betrachtet werden.

Die Größe des Hochschul- und Wissenschaftssystems hat logischerweise einen Einfluss auf die Publikationsleistung. Werden die Zahlen nun in Beziehung zu anderen Größen gesetzt verändert sich Leistung der miteinander verglichenen Systeme zum Teil erheblich. Gemessen an der Einwohnerzahl werden in Deutschland weniger Zeitschriftenartikel publiziert als in Belgien und Großbritannien. Die Anzahl der beschäftigten Wissenschaftler betrug in Deutschland im Jahr 2010 327.996 (Vollzeitäquivalente). Das Verhältnis von Einwohnern zur Anzahl der Wissenschaftler betrug im selben Jahr 1000:4. Nur in Luxemburg und Großbritannien ist das Verhältnis von Wissenschaftlern zur Einwohnerzahl größer. Wie zu erwarten, steigt die Anzahl der Publikationen mit einer steigenden Anzahl an Wissenschaftlern. Von den 327.996 Wissenschaftlern wurden 74.287 (WC) Publikationen veröffentlicht. Setzt man beide Zahlen ins Verhältnis zueinander wurden im Jahr 2010 pro 100 Wissenschaftler 23 Zeitschriftenartikel veröffentlicht, etwas weniger als in Belgien und Großbritannien.

Im nachfolgenden Kapitel wird die Institutionalisierung des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems seit Beginn des 20. Jahrhunderts vorgestellt. Zunächst geht es weniger um die Präsentation empirischer Ergebnisse und die Beantwortung von Forschungsfragen, diese folgt in Kapitel 9, sondern um eine Beschreibung der wichtigsten Organisationen (und Institutionen) und ihr Verhältnis zueinander.

8. Die Institutionalisierung des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems

Zunächst werden die beiden traditionellen und wichtigsten Organisationsformen, Hochschulen (Universitäten und Fachhochschulen) und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, in den Blick genommen. Abschnitt 8.1 beschreibt die historische Entwicklung der modernen Forschungsuniversität in Deutschland von Humboldts Idee universitätsbasierter Forschung bis zur Herausbildung von *super research universities* nach amerikanischem Vorbild. Abschnitt 8.2 stellt die vier wichtigsten außeruniversitären Forschungsorganisationen Deutschlands vor und diskutiert ihre komplementäre Beziehung zu den Universitäten. Es folgt ein Abschnitt (8.3), der die neuere Entwicklung der Herausbildung anwendungs- und praxisorientierter Fachhochschulen beschreibt. Ein wichtiger Bestandteil wissenschaftlicher Forschung umfasst ihre Finanzierung und die Verteilung der zur Verfügung stehenden Mittel. Abschnitt 8.4 geht der Frage nach, wie viel Geld den wichtigsten Akteuren zur Verfügung steht und wie die Verteilung der Mittel durch den Bund und die einzelnen Bundesländer erfolgt. Das Kapitel wird abgeschlossen mit einem Abschnitt (8.5) zur Beschreibung der Organisation von Hochschule und Wissenschaft in der Deutschen Demokratischen Republik, da der Zeitraum von 1949 bis 1990 einen erheblichen Einfluss auf die Produktion wissenschaftlichen Wissens hatte und die Organisation des Hochschul- und Wissenschaftssystems nach der Wiedervereinigung geprägt hat. Eine ausführliche Diskussion aller relevanten Organisationsformen, die für die Produktion und Verbreitung wissenschaftlichen Wissens sorgen, erfolgt im nachfolgenden Kapitel 9.

Das deutsche Hochschul- und Wissenschaftssystem ist mannigfaltig und ihr institutionelles Setting sehr ausdifferenziert. Zu den öffentlichen Einrichtungen der Erzeugung und Verbreitung wissenschaftlichen Wissens werden im Allgemeinen Universitäten, Fachhochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, Akademien und Ressortforschungseinrichtungen des Bundes und der Bundesländer gezählt. Ergänzend kommen Gremien der

akademischen Selbstverwaltung wie die DFG und der wissenschaftspolitischen Beratung (WR), hinzu. Im internationalen Vergleich zeichnet sich das System durch eine hohe institutionelle Stabilität und eine starke wissenschaftliche Selbstverwaltung aus (Knie/Simon 2010: 26f.). In Deutschland befinden sich zur Zeit insgesamt 427 Hochschulen, davon 107 Universitäten, 6 Pädagogische Hochschulen, 16 Theologische Hochschulen, 52 Kunsthochschulen, 217 Fachhochschulen und 29 Verwaltungsfachhochschulen (BMBF 2016b: 66; Stand September 2015).[67] Hinzu kommen 257 außeruniversitäre Forschungsinstitute, organisiert in den vier wichtigsten, staatlich finanzierten Forschungsorganisationen Fraunhofer-Gesellschaft (FhG), Helmholtz-Gemeinschaft (HGF), Max-Planck-Gesellschaft (MPG) und Leibniz Gemeinschaft (WGL) (BMBF 2016b: 67ff.). Parallel zu den traditionellen Institutionen der Wissenschaft wird die Nachfrage nach wissenschaftlicher Expertise für staatliches Handeln durch 38 Bundeseinrichtungen mit Forschungs- und Entwicklungsaufgaben, der Ressortforschung, gestillt (BMBF 2016b: 74; Stand September 2015). Kritisch diskutiert wird die Zukunft der Leistungsfähigkeit des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems, das sich durch eine chronische Unterfinanzierung der Hochschulen bei gleichbleibenden Studierendenzahlen und einem forschungsstarken außeruniversitären Sektor auszeichnet (Knie/Simon 2010: 28). Die Vielfältigkeit des institutionellen Settings trägt dazu bei, dass die Wissenschaft einerseits und Bund und Bundesländer andererseits ihre (teilweise konträren) wissenschaftspolitischen Interessen verwirklichen konnten. Die oben genannten Einrichtungen unterscheiden sich durch ihre Charakterisierung und Aufgabenstellung, der sie hauptsächlich nachgehen. Sie verfolgen unterschiedliche Ziele, zum Beispiel Forschung und Lehre, nur Forschung oder Wissenschafts- und Politikberatung. Aber auch innerhalb der Organisationsformen können Unterschiede, aber auch Gemeinsamkeiten identifiziert werden.

»Diese Einrichtungen waren wichtige und mit hoher Legitimität und Reputation ausgestattete institutionelle Plattformen für strategische Entscheidungsprozesse in der deutschen Wissenschaftspolitik.« (Knie/Simon 2010: 29)

Bis heute zeichnet sich das deutsche Hochschul- und Wissenschaftssystem durch eine enge Verflechtung staatlicher Steuerung und autonomer Selbstverwaltung aus. Burton Clark (1983: 136ff.) beschreibt diesen Zustand als

67 Jürgen Enders (2016: 506) gibt eine leicht abweichende Anzahl von 121 Universitäten, 58 Kunst- und Musikhochschulen und 222 Fachhochschulen für das Jahr 2015 an.

»akademische Oligarchie«. Durch die Verwissenschaftlichung fast aller gesellschaftlichen Teilbereiche (Kapitel 2) und die staatliche Förderung von Wissenschaft sind die Hochschulen, aber auch außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, enger denn je mit der Gesellschaft und dem Staat verbunden. Ziel muss aber bleiben, »eine optimale Balance zwischen akademischer Selbstbestimmung und gesellschaftlicher Kontrolle in national je geeigneter Weise anzustreben.« (Goldschmidt 1991: 5) Durch den steigenden Druck auf die öffentlich finanzierte Wissenschaft und Forschung hin zu einem stärkeren Anwendungsbezug kommt es zu einer zunehmenden Entgrenzung zwischen den unterschiedlichen Organisationen und Formen der Wissensproduktion, die die klassischen Kerninstitutionen, Universitäten und Forschungsinstitute, vor neue Herausforderungen stellen (Knie/Simon 2010: 30). Neue hybride Organisationsformen entstehen. Drei prägnante Beispiele aus dem deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystem sind das KIT, die JARA und die Charité – Universitätsmedizin Berlin. Aus der Fusion der Universität Karlsruhe und dem Forschungszentrum Karlsruhe im Jahr 2009 ist das KIT hervorgegangen, einerseits eine Technische Universität und andererseits ein nationales Forschungszentrum innerhalb der HGF. Innerhalb des KIT werden also die Aufgaben Forschung, Lehre und Innovation miteinander verbunden. Es versteht sich selbst als »Forschungsuniversität innerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft.« (https://www.kit.edu/kit/leitbild.php) Durch diese in Deutschland einzigartige Verbindung wird universitätsbasierte Grundlagenforschung mit angewandter, industrienaher Großforschung kombiniert. Im Gegensatz zum KIT handelt es sich bei der JARA um keine Fusion zweier Forschungseinrichtungen, sondern um eine Partnerschaft zwischen der RWTH Aachen und dem Forschungszentrum Jülich, das Teil der HGF ist. Beide Einrichtungen operieren weiterhin eigenständig, arbeiten aber an gemeinsamen Projekten und teilen Infrastrukturen. Sie kooperieren im Bereich der Aus- und Weiterbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses, betreiben Wissenstransfer und stellen Serviceleistungen bereit (http://www.jara.org/?L=0&about=1). Die 1710 gegründete Charité ist zugleich das älteste Krankenhaus Berlins und die größte Universitätsklinik Europas (Fischer 2009). Sie besteht aus den medizinischen Fakultäten der Humboldt Universität Berlin und der Freien Universität Berlin, verteilt auf vier Campus (Benjamin Franklin, Charité Mitte, Virchow-Klinikum, Berlin Buch). Hinzu kommen 17 CharitéCentren, die 104 Kliniken und Institute umfassen. In Exzellenzprojekten, Sonderforschungsbereichen, DFG Forschergruppen und Deutschen Zentren für Gesundheitsforschung wird zu-

dem herausragende wissenschaftliche Forschung betrieben (https://www.charite.de/die_charite/profil/).[68]

Obwohl wir davon ausgehen, dass sich die Hochschul- und Wissenschaftssysteme weltweit aneinander angenähert haben und ähnliche Entwicklungen aufweisen (Kapitel 7 und 10), können durch eine detaillierte historische und institutionelle Beschreibung nationale Besonderheiten herausgearbeitet werden. Hochschul- und Wissenschaftssysteme müssen unter Berücksichtigung ihres jeweiligen soziokulturellen Kontextes betrachtet werden, da sie immer auch Teil der Kultur, Wirtschaft und Politik ihres Landes sind. Obwohl Wissenschaft und Hochschulbildung mittlerweile überwiegend in internationaler Zusammenarbeit praktiziert wird (Kapitel 10), weisen einzelne Systeme nationale Besonderheiten auf (Goldschmidt 1991: 3f.), die in den folgenden Abschnitten dargestellt werden.

8.1 Von Humboldt nach Harvard: Universitäten zwischen Forschung und Lehre

Deutschland und das in ihr beheimatete Hochschul- und Wissenschaftssystem gilt als eines der wichtigsten und ältesten Vorreitermodelle für andere Länder. Seine überragende Bedeutung für die Entwicklung der Wissenschaft weltweit erlangte es zu Beginn des 19. Jahrhunderts. Doch seine Wurzeln reichen viel weiter zurück.

Der Lehrbetrieb wurde an den Universitäten Heidelberg (1386), Köln (1388) und Erfurt (1392) bereits im späten 14. Jahrhundert aufgenommen.[69] Jedoch stieg die Zahl der Universitätsgründungen nur langsam an. Im Ver-

[68] Allein dieser altehrwürdigen Einrichtung, die einen erheblichen Anteil zur Produktion wissenschaftlichen Wissens in den STEM+-Fächern beiträgt (siehe Abschnitt 9.4), könnte eine eigenständige Dissertation gewidmet werden. Im Verlauf des Forschungsprozesses der vorliegenden Arbeit rückte die Charité immer wieder in den Vordergrund. Ihr hoher Institutionalisierungsgrad und ihre Beständigkeit über den gesamten Beobachtungszeitraum macht sie zu einem lohnenswerten Untersuchungsgegenstand. Allerdings besteht die besondere Schwierigkeit der Auswertung der Daten in ihrer organisationalen Vielfalt. Im Zeitverlauf kamen immer neue Lehrkrankenhäuser hinzu, wurden geschlossen, oder fusionierten. Und auch die politische Besonderheit der Teilung Berlins erschwert die Auswertung der Daten. Nichtsdestotrotz handelt es sich bei der Charité um eine lohnenswerte Einzelfallstudie, die in einer zukünftigen Arbeit untersucht werden könnte.

[69] Abbildung A3 im Anhang zeigt die Gründungsdaten deutscher Universitäten im Vergleich zur Entwicklung der Studierendenzahlen.

lauf des 18. Jahrhunderts waren es lediglich dreizehn. Erst zur Zeit der Weimarer Republik wurden die Forschungskapazitäten nach Beendigung des Ersten Weltkriegs im Jahr 1925 erhöht. Mehrere Universitäten und auch die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft (Gründung 1920), heute unter dem Namen DFG bekannt, wurden gegründet (Powell 2000). Wird davon ausgegangen, dass der Zweite Weltkrieg nicht nur ein weltumspannendes Desaster für die Menschheit, sondern auch ein Krieg um die Vorherrschaft in der Forschung war, dann wurde die deutsche Hochschul- und Wissenschaftslandschaft völlig zerstört. Dies zeigt sich auch eindrücklich an den Publikationszahlen im Jahr 1945 (Kapitel 9). Kurz vor Ausbruch des Krieges zwischen den Jahren 1931 und 1939 mussten mehr als 3.000 Wissenschaftler, dies entsprach zu der Zeit ungefähr 40 Prozent aller Wissenschaftler in Deutschland im Hochschulsektor, ihre Universitäten und Forschungseinrichtungen aufgrund ihrer jüdischen Herkunft und/oder ihrer politischen Ansichten verlassen. Viele von ihnen verließen Deutschland (Köhler/Naumann 1994: 652). Es kam zum Verlust der Vorherrschaft der deutschen Wissenschaft und Forschung. Bereits in Abschnitt 7.1 wurde gezeigt, dass Großbritannien und Frankreich bereits vor Deutschland erfolgreiche Wissenschaftsnationen waren und immer noch sind, und dass Deutschland zwar immer noch zu den bedeutendsten Hochschul- und Wissenschaftssystemen weltweit gehört, seine herausragende Sonderstellung aber an die USA abgeben musste. Auch die Zahl der Studierenden sank dramatisch von 138.000 auf 57.000 (Köhler/Naumann 1994: 652). Jedoch wurden die Forschungsaktivität und der Lehrbetrieb nach Beendigung des Krieges wieder aufgenommen und die Universitäten aufgebaut.

Erst im Zuge der Hochschulexpansion in den 1960er und 1970er Jahren kam es zur Massifizierung der Hochschulbildung. Immer mehr Universitäten wurden gegründet, um die steigenden Studierendenzahlen aufzufangen. Allerdings konnte die Zahl des wissenschaftlichen Personals mit dieser Entwicklung nicht Schritt halten nachdem der Entschluss zur Öffnung der Universitäten im Jahr 1977 von den Ministerpräsidenten der Bundesländer gefasst wurde (Enders 2016). Der Zeitaufwand für Lehre stieg pro Wissenschaftler an, das Verhältnis von Lehrenden zu Lernenden verschlechterte sich kontinuierlich, besonders in den Sozial- und Geisteswissenschaften (Lundgreen 2009: 52ff.). Mittlerweile wurde ein Punkt erreicht, an dem die Universitäten dramatisch und permanent unterfinanziert und überlastet sind – sie sind in eine »institutionelle Krise« geraten (Baker/Lenhardt 2008), die

von politischen Entscheidungsträgern viel zu lange ignoriert wurde (Lenhardt 2005):

»Stagnation of public funds is particularly damaging to efforts towards fostering internationally competitive basic research in universities, as they receive only a relative small share of the entire national research budget.« (Baker 2014: 93)

Diese Entwicklung ging zu Lasten ihrer Forschungskapazitäten. Das zur Verfügung stehende Budget für Forschung und Lehre wurde währenddessen nicht erhöht (Schimank 1995: 96; Enders 2016; allgemein zum Wandel der Hochschulen siehe Kehm 2008).

Allein im Jahr 1962 öffneten sieben Universitäten ihre Pforten, im Jahr 1964 vier. Zwischen den Jahren 1970 und 1974 wurden weitere 54 Universitäten eingerichtet. Nach der Wiedervereinigung Deutschlands im Jahr 1990 kam es im Zeitraum bis 2006 zu weiteren 96 Neugründungen. Geht man von einer Verdopplungsrate von 50 Jahren seit 1800 aus, so kann die jüngste Vergangenheit als aktivste Phase der Universitätsgründungen in Deutschland bezeichnet werden, mit jeweils sechs Universitäten pro Jahr – ein eigendynamischer Prozess wurde in Gang gesetzt (HRK 2013; Lundgreen 2003). Der massive quantitative Anstieg im Zeitverlauf zeigt die große Bedeutung und Flexibilität dieser Organisationsform, die unabhängig von kritischen Einschnitten und Entwicklungsschritten weiter gestärkt wurde (Windolf 1997). Der Charakter der Universitäten hat sich im Zuge der Entwicklung der Wissenschaft verändert: weg von den klassischen Professionen hin zur modernen Forschungsuniversität.

Die Entwicklung des (west-)deutschen Hochschulsystems kann in drei Phasen unterteilt werden:

1. Bis Mitte der 1960er Jahre: Restaurierung und Wahrung der »Humboldtschen Universitätsidee«
2. 1960/70er Jahre: Gründung von anwendungs- und praxisorientierten Fachhochschulen
3. Seit Mitte der 1990er Jahre: Ausdifferenzierung innerhalb der existierenden Hochschultypen und Entdifferenzierung zwischen Universitäten und Fachhochschulen (Enders 2010: 444).

Humboldts Idee universitätsbasierter Forschung

Die Vorläuferorganisationen der modernen Universitäten wurden vom Studium der klassischen Professionen – Medizin, Rechtswissenschaften, Theo-

logie – geprägt. Sie bildeten die drei oberen Fakultäten an den Universitäten und garantierten ihren Mitgliedern höchstes gesellschaftliches Ansehen und verlieh ihnen eine gewisse Macht (Kant 1884 [1789]; Stichweh 2005).[70] Gleichzeitig vertraten sie politische Interessen und die Autorität des Staates. Im Mittelalter war die philosophische Fakultät den Professionen untergeordnet und ihre Rolle bestand darin, junge Menschen auf das Studium an den höheren Fakultäten vorzubereiten. Mitte des 18. Jahrhunderts kam es dann zu einer tiefgreifenden Transformation hin zu einer disziplinär verfassten Wissenschaftslandschaft (Stichweh 1984, 1993). Der »Wandel der ›Gelehrsamkeit‹ an den oberen Fakultäten zu einer an funktionaler Expertise orientierten akademischen Berufsausbildung« war nicht mehr aufzuhalten (Lundgreen 2007: 353). Peter Lundgreen liefert für den Umstand, dass die Erben der gelehrten Stände (Mediziner, Juristen, Theologen), oder wie er sagt, die »verstaatlichte Intelligenz« (Lundgreen 2007: 356), trotz Berufszugang über Staatsexamina promovieren, zwei Erklärungsansätze:

1. Die Idee der »Humboldtschen« Universität
2. Verknüpfung von Stellung im Beruf und eine historisch gewachsene Fachkultur.

Im Mittelpunkt der Diskussion um die Doktorandenausbildung in der Bundesrepublik Deutschland stehen Fragen zu veränderten Qualifikationsanforderungen der Berufswelt und des Beitrags der Qualifizierungsleistung der Hochschulen (WR 2002; 2011). Eine rein auf den Hochschullehrerberuf zugeschnittene fachwissenschaftliche Ausbildung wird den sich verändernden Arbeitsmarktbedingungen jedenfalls nicht mehr gerecht (Enders/Bornmann 2001: 154).

»Die Art und Weise, wie die Universität den wissenschaftlichen Nachwuchs – für sich selbst wie für die Gesellschaft im Allgemeinen – ausbildet, ist auch die Art und Weise, wie sie die Wissenschaft selbst versteht.« (Mittelstraß 2010: 35)

Die philosophischen Fakultäten gewannen an Einfluss. Sie ebneten den Weg hin zur modernen Forschungsuniversität. Im *Streit der Fakultäten* beschrieb

70 Die Zugehörigkeit zur intellektuellen und sozialen Welt der spätmittelalterlichen Gesellschaft Europas »findet mit doctus (doctor) ihren sinnfältigen Ausdruck, dem Namen vorangestellt, einem Adelsprädikat vergleichbar.« (Lundgreen 2007: 353) Der Titel war somit nicht Zeichen wissenschaftlicher Qualifikation, sondern Zeichen der Standeszugehörigkeit einer Person. »Indem der Doktortitel zum exklusiven akademischen Grad wurde, entwickelte er sich gleichzeitig mehr und mehr zur Standesbezeichnung«, einhergehend mit einem besonderen Sozialprestige für den Titelträger (Füssel 2006: 109).

Immanuel Kant 1789, dass diese Fakultät die einzige sei, die allein der Wahrheit verpflichtet sei. Diese Schrift diente somit als Inspiration für die Idee der »Humboldschen« Universität (siehe beispielsweise Schimank 1995; 2009; Ash 1999a; Paletschek 2002; Schultheis u.a. 2008).

Durch seine strukturelle Dualität, der Verbindung von Forschungsuniversitäten und außeruniversitären Forschungsinstituten und der Kombination von Forschung und Lehre als fundamentales Prinzip der modernen Forschungsuniversität wurde dem deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystem weltweite Beachtung geschenkt. Diese Idee und die daraus hervorgegangenen Organisationsformen der Wissenschaft (Kapitel 9; Abbildung 19) wurden zunächst in Deutschland entwickelt, etabliert und institutionalisiert sowie global weitergegeben. Bis heute bildet die moderne Universität die treibende Kraft im deutschen Hochschulwesen, trotz ihrer chronischen Unterfinanzierung über Jahrzehnte (Pritchard 2006).

Obwohl die Universität für den größten Anteil der Hochschulexpansion verantwortlich ist, geriet ihr Basisprinzip, die Vereinbarkeit von Forschung und Lehre und die Entwicklung ihrer Forschungskapazität durch die Gründung anwendungsorientierter Fachhochschulen (Abschnitt 8.3) und der Etablierung forschungsstarker außeruniversitärer Forschungsinstitute (Abschnitt 8.2) unter Druck. In diesem Abschnitt werden die institutionelle Entwicklung des Modells, seine alten und neuen Herausforderungen und Stärken beschrieben sowie die Transformation der deutschen Hochschul- und Wissenschaftslandschaft. Durch die Darstellung des institutionellen Wandels wird untersucht, wie sich die Beziehung zwischen Forschung und Lehre im deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystem im Zeitverlauf entwickelt hat. Zuletzt hat die Auslobung von Forschungsgeldern in Höhe von insgesamt 4,6 Milliarden Euro im Zuge der »Exzellenzinitiative« (Münch 2007; Shin/Kehm 2013a) zur Förderung von Spitzenforschung an herausragenden Forschungsprojekten und Forschungseinrichtungen den relativ gleichwertigen Status deutscher Universitäten in Frage gestellt. Die annähernd gleichmäßige Verteilung wissenschaftlicher Ressourcen sollte zugunsten einiger weniger *Leuchttürme der Wissenschaft* (Barlösius 2008b) aufgebrochen werden. Ziel der Initiative in bisher drei Förderzyklen war es, den Wissenschaftsstandort Deutschland im internationalen Wettbewerb zu stärken (www.excellence-initiative.com).[71] Anstatt auf die Anforderungen der

71 Zur Veranschaulichung, wo sich die »Leuchttürme« in Deutschland befinden wird als Beispiel im Anhang (Abbildung A4) eine Karte der geförderten Projekte aus der zweiten Runde der »Exzellenzinitiative« im Zeitraum von 2012 bis 2017 bereitgestellt.

Massifizierung der Hochschulbildung und der strukturellen Dualität von Forschungsuniversitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen einzugehen, haben politische Entscheidungsträger die Universitäten dazu aufgefordert, mehr und bessere Forschung mit weniger Geld zu betreiben, obwohl den außeruniversitären Einrichtungen ein immer größer werdendes Budget zur Finanzierung wissenschaftlicher Forschung zur Verfügung steht. Ob dies ein realistisch zu erreichendes Ziel ist, wird in dieser Arbeit anhand der Anzahl der Publikationen in den STEM+-Fächern einzelner Organisationsformen geprüft (Kapitel 9). Die ansteigende Stratifizierung der Hochschullandschaft hatte zur Folge, dass es zu einer Spaltung der Hochschulen kam: einige Universitäten legen einen größeren Schwerpunkt auf Forschung, andere wiederum auf die Lehre. Während Wissenschaftler die Vereinigung von Forschung und Lehre weiterhin zu verteidigen versuchen, haben es politische Entscheidungsträger verpasst, ausreichende Investitionen in FuE sicherzustellen, um die Forschungskapazität der Universitäten zu erhalten, obwohl seit der Regierung Angela Merkels mehr in FuE investiert wurde als jemals zuvor (Abschnitt 7.1).

Auch wenn sich die Hochschul- und Wissenschaftslandschaft in Deutschland im Zeitverlauf verändert hat, bildet die von Wilhelm von Humboldt (1767–1835) geprägte Idee der universitätsbasierten Wissenschaft (Humboldt 1809) noch immer die Basis zur Produktion wissenschaftlichen Wissens und zählt zu den ältesten und weltweit einflussreichsten Konzepten.[72] Durch seinen enormen Einfluss hat es eine gewisse »Unantastbarkeit« (Pritchard 1998) erreicht und genießt auch heute noch weltweite Aufmerksamkeit. Jedoch werden einige Elemente, die diesem Konzept zugeschrieben werden, kontrovers diskutiert und ihre Gültigkeit in Frage gestellt (Ash 1999a). Ohne Zweifel hat die deutsche Forschungsuniversität mit ihren spezifischen Elementen die Entwicklung der globalen Hochschulbildung und Wissenschaft geprägt. Die Symbiose von Forschung

72 Hierbei handelt es sich um eine nachträglich, aus den wichtigsten Schriften Humboldts, konstruierte Beschreibung der deutschen Forschungsuniversität. Zu den wichtigsten Texten zählen der *Antrag auf Errichtung der Universität Berlin* (1809) und die Abhandlung *Über die innere und äussere Organisation der höheren wissenschaftlichen Anstalten in Berlin* (1809/10). Als Startpunkt zur Entwicklung dieser Universitätsidee können die 1910er Jahre gesehen werden. Nach Wiederaufbau des deutschen Hochschulwesens nach dem Zweiten Weltkrieg wurde die »Humboldtsche Universitätsidee« zu dem Mythos emporgehoben, den sie auch heute noch hat (Pasternack/von Wissel 2010: 9ff.). Helmut Schelsky beschrieb ihn folgendermaßen: Humboldt wurde »sozusagen in den Rang eines Kirchenvaters unserer Institution emporgehoben.« (1969: 52)

und Lehre innerhalb einer Institution ist mehr als die Summe ihrer Teile. Besonders in Bezug auf die von Humboldt postulierte Freiheit, die die Autonomie der Wissenschaft und ihre Verpflichtung gegenüber der Gesellschaft (Philipps 2011: 119ff.). Dennoch bleibt diese Beziehung komplex und missverständlich innerhalb von Organisationen und zwischen den organisationalen Feldern der Hochschulbildung und Wissenschaft. Die anhaltende Erfolgsgeschichte dieser Verbindung beruht auf ihrer Autonomie, institutionellem und organisationalem Wachstum und ihrer Allgemeingültigkeit gegenüber humanistischen Bildungsidealen und der Vorbereitung von Studierenden auf eine Vielzahl möglicher Berufe (Ben-David 2009 [1977]). Die beschriebenen Prinzipien formte sie zu einem mächtigen und selbstreferenziellen System (Watson 2010). Das Leitbild der Wissenschaft als Forschungsprozess formulierte Humboldt folgendermaßen (Pasternack/von Wissel 2010: 10): »Die Wissenschaft sei etwas ›noch nicht ganz Gefundenes und nie ganz Aufzufindendes‹ und ›unablässig... als solche zu suchen‹.« (Humboldt 1809/10: 231)

Zudem sollte sie zweckfrei und frei von staatlichen Einflüssen sein. Die Generierung von Wissen erfolgt unabhängig von ihrem gesellschaftlichen Nutzen, es geht um die Stärkung der »reinen Wissenschaft«, die heutzutage in Konkurrenz zum an den Fachhochschulen dominierenden anwendungsorientierten Wissen und technischer Entwicklung steht. Die Universität gilt als Repräsentantin der Gesamtheit aller Wissenschaften und versteht sich als Gemeinschaft aller Lernenden und Lehrenden (Pasternack/von Wissel 2010: 9). Die akademische Lehre ist an wissenschaftliche Disziplinen und intellektuelle Neugier gebunden, nicht an spätere Verwendungszwecke.

Heute gilt Humboldts Konzeption der Universität als antiquiert:

> »What was once an innovative and internationally competitive set of universities in the 19th century is now described as ›institutionally immobile‹, exhibiting many of the opposite tendencies from those that once made it a world model.« (Baker/Lenhardt 2008: 52)

Das Modell der amerikanischen Forschungsuniversitäten – auch als *super research universities* (Baker 2008) bezeichnet – ist mittlerweile viel erfolgreicher, wenn es um den Export seiner Grundideen geht. Nicht nur die beiden Weltkriege haben das deutsche Hochschul- und Wissenschaftssystem in ihren Grundfesten erschüttert, sondern auch die Teilung und spätere Wiedervereinigung (Abschnitt 8.5) der Bundesrepublik haben zu dramatischen Veränderungen geführt (Ash 1999a; Clark 2006; Pritchard 2006). Wie im folgenden Kapitel 9 empirisch zu belegen sein wird, kam es nach Ausbruch der

Kriege zu einem Einbruch der Publikationszahlen in den STEM+-Fächern. Der Einschnitt des Zweiten Weltkriegs hatte in Deutschland zur Folge, dass die Zahlen zwischen 1930 und 1940 relativ stabil blieben, aber im Jahr 1945 wurde nicht ein Forschungsartikel mit deutscher Beteiligung in Zeitschiften in den STEM+-Fächern veröffentlicht. Die Teilung Deutschlands hatte keinen großen Einfluss auf die Entwicklung des wissenschaftlichen Wachstums. Allerdings zeigt eine differenzierte Betrachtung der Publikationszahlen der BRD und der DDR, dass beide Teile Deutschlands eine unterschiedliche Entwicklung, auch aufgrund ihrer verschiedenen institutionellen Settings, durchmachten: die Publikationszahlen stiegen im Westen weiterhin an, wohingegen sie im Osten auf konstant niedrigem Niveau blieben.

Universitäten im Wandel der Zeit: Konzepte der Hochschulentwicklung in Deutschland

Mit ihrem Beitrag zu unterschiedlichen Konzepten der Hochschulentwicklung in Deutschland seit 1945 haben Peer Pasternack und Carsten von Wissel (2010) einen guten Überblick über die aktuelle hochschulpolitische Debatte und verschiedene Konzeptionen der Hochschulentwicklung seit dem Zweiten Weltkrieg vorgelegt. Die 24 besprochenen Programme unterscheiden sich inhaltlich zum Teil sehr deutlich und sind von unterschiedlicher Relevanz für die Weiterentwicklung der deutschen Universitäten (Pasternack/von Wissel 2010: 5f.). Um die anhaltende Bedeutung der deutschen Forschungsuniversität und ihre strukturelle Weiterentwicklung zu skizzieren, soll eine Auswahl Humboldts wichtigster Erben und neuere Konzepte besprochen werden.

Die »Hochschule im Wettbewerb« (Krücken 2004; Neundorf u.a. 2009) zeichnet sich durch ein konkurrieren um individuelle Reputation und institutionelles Renommee aus. Dies ist aber keine neue Entwicklung, sondern fast so alt, wie die Wissenschaft selbst. Neu ist hingegen, dass Hochschulen um Marktanteile kämpfen und äußere Anreize zur Steigerung wissenschaftlicher Leistung gesetzt werden sowie die Einführung von *New Public Management* Modellen. Es geht im Wettbewerb um die besten Wissenschaftler, die klügsten Studierenden, bessere Mittelausstattung und deren effizientere Verteilung sowie eine gute Platzierung im Vergleich zu anderen Hochschulen. Universitäten verstehen sich nunmehr als Organisationen, die sich voneinander abheben wollen. Das Gleichwertigkeitsprinzip aller Universitäten in Deutschland wird in Frage gestellt. Sie treten in einen Wettbewerb und der Erfolg wird durch indikatorgestützte Bewertungen (beispielsweise die An-

zahl der Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften), Evaluationen, Rankings, Ratings und eine erfolgreiche Teilnahme an Wettbewerben wie der »Exzellenzinitiative« von Bund und Ländern gemessen. Es besteht jedoch erheblicher Zweifel, ob eine wettbewerblich ausgerichtete Hochschule ihre Leistungsfähigkeit, beispielsweise in Form vermehrter Zeitschriftenpublikationen, steigern kann (Pasternack/von Wissel 2010: 40ff.; 58).

Im Jahr 1999 fiel in Bologna der Startschuss zur Einführung des zwei- beziehungsweise dreistufigen Systems von Studienabschlüssen. Kaum ein Jahr später wurde in Lissabon von den europäischen Staats- und Regierungschefs ein ehrgeiziges Ziel gesteckt: Die EU soll »zum wettbewerbsfähigsten und dynamischsten wissensbasierten Wirtschaftsraum in der Welt« (Europäischer Rat 2000; siehe auch Hornbostel 2009: 215) werden. Die logische Konsequenz aus diesem Ziel bestand nun in der Schaffung eines gemeinsamen Raumes für Forschung und Innovation. In Deutschland wurde die hochschulpolitische Debatte um den Erhalt der Humboldtschen Universitätsidee und eine gleichzeitige Implementierung der Ziele des Bologna-Prozesses geführt. Befürchtet wurde eine Zerstörung der traditionellen Forschungsuniversität durch eine Einschränkung der Freiheit von Forschung und Lehre und einer Ökonomisierung des Studiums an sich. Kritisiert wurde andererseits, dass Humboldts elitäre Konzeption der Universität nicht mehr zeitgemäß sei und sich die Hochschulen an eine expandierende Hochschulbeteiligung, auch von Studierenden bildungsferner Schichten, anpassen müsse (Pasternack/von Wissel 2010: 46ff.). Durch den Bologna-Prozess wurde die Internationalisierung und Diffusion der Hochschulbildung vorangetrieben. Bildungsabschlüsse sollten vergleichbarer und der Übergang von beruflicher Bildung und allgemeiner Bildung erhöht werden (Powell u.a. 2012a: 437). Das durch eine Verschmelzung der Ideale, Ziele und Standards des US-amerikanischen und der drei wichtigsten europäischen Modelle der Hochschulbildung (Deutschland, Frankreich, Großbritannien) entstehende »europäische Bildungsmodell« kann als *»bricolage«* aus Ideen, Normen und Standards verstanden werden (Powell u.a. 2012a: 455). Als wichtigste Ziele konnten aus einer Analyse der Dokumente zur Bologna-Reform folgende Ziele identifiziert werden: Ermöglichung lebenslangen Lernens, Stärkung der globalen Wettbewerbsfähigkeit und individuellen Beschäftigungsfähigkeit und eine Verbesserung der Attraktivität und Qualität der europäischen Bildung (Powell u.a. 2012a: 444f.).

Der bereits im Theorieteil dieser Arbeit diskutierte Wandel der Wissenschaft von einer *Mode 1* Wissenschaft zur *Mode 2* Wissenschaft (Gibbons u.a.

1994; Nowotny u.a. 2001) hat natürlich auch einen erheblichen Einfluss auf die Diskussion um eine (Neu-)Organisation der Universitäten. Die Universitäten als klassische Vertreter der *Mode 1* Wissenschaft wurden unter Druck gesetzt. Durch den voranschreitenden Transformationsprozess der Universitäten und dem Wandel der Produktion von Wissen hin zu einem stärkeren Anwendungsbezug führt dazu, dass auch andere Organisationsformen, die Wissenschaft produzieren, in Konkurrenz zu den Universitäten treten. Es wird zwar weiterhin davon ausgegangen, dass Universitäten eine tragende Rolle bei der Generierung wissenschaftlichen Wissens im disziplinären Kontext spielen (*Mode 1*), und dass Wissensproduktion mittlerweile in breiteren sozialen Settings stattfindet. Sie also nicht länger in einigen wenigen klassischen Organisationsformen der Wissenschaft betrieben wird, sondern eine Vielzahl an Individuen und Organisationen umfasst, die die Wissensproduktion weitreichend verteilen (*Mode 2*) (Gibbons u.a. 1994: 14). Ob die Universität allerdings immer noch die zentrale Organisationsform der Wissenschaft ist (Baker 2014), oder ob andere Organisationsformen ihr mittlerweile in Bezug auf die Produktion wissenschaftlichen Wissens in Form von Zeitschriftenbeiträgen den Rang abgelaufen haben, wird in den Abschnitten 9.2 und 9.3 überprüft. Die theoretische Rahmung des Wandels der Wissenschaft wird anhand der *Mode 2* These empirisch überprüft, da bisher kaum Studien dazu vorliegen, ob es überhaupt zu einem Wandel der Wissensproduktion kam (Abschnitt 4.3.1; Zapp/Powell 2017; siehe auch Shinn 1999; Weingart 1997; Hicks/Katz 1996b), welcher Modus der Wissenschaft zur Zeit im deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystem vorherrschend ist und welche Organisationsformen zur Produktion wissenschaftlichen Wissens beitragen. Der lange historische Zeitrahmen dieser Arbeit erlaubt es zudem, den postulierten Wandel detailliert zu untersuchen.

Mit Einführung der »Exzellenzinitiative« in den frühen 2000er Jahren wurde die Debatte um die Gleichwertigkeit aller Universitäten in Deutschland erneut befeuert. Es ging um die Identifizierung besonders herausragender Universitäten, die Spitzenforschung betreiben. Durch die zusätzliche Förderung von Bund und Ländern sollten diese nach dem Leistungsprinzip ausgewählten Universitäten in die Lage versetzt werden, ihre Forschungstätigkeit weiter auszubauen, um international konkurrenzfähig zu bleiben. Kritisiert wurde, dass es schon immer forschungsstärkere Universitäten und Universitäten mit einem Schwerpunkt auf akademische Lehre gegeben habe und Forschung einen höheren Stellenwert als die Lehre besitzt, wenn es um die Bewertung der Reputation einer Universität geht. Dies wird damit be-

gründet, dass ungefähr 20 Prozent aller Universitäten 50 Prozent aller Fördermittel der DFG einwerben (Pasternack/von Wissel 2010: 61). Durch die Zusatzfinanzierung im Rahmen der »Exzellenzinitiative« kam es aber zu einer weiteren Spaltung der Hochschullandschaft in Deutschland. Jedoch entsprechen die insgesamt bereitgestellten Mittel pro Förderzyklus nicht einmal den Mitteln, die amerikanische *super research universities*, wie die *John Hopkins University*, jährlich für FuE zur Verfügung stellen (siehe unten). Die Diskussion älterer und neuerer Konzepte der Hochschulentwicklung zeigt, dass sich der Grundgedanke universitätsbasierter Forschung im Zeitverlauf nicht wesentlich verändert hat, dass es aber unterschiedliche Auffassungen darüber gibt, wie eine gute und erfolgreiche Universität organisiert und strukturiert werden sollte.

Das außerordentliche Wachstum der Wissenschaft in Deutschland im 18. Jahrhundert und weiterführend bis in die heutige Zeit (Kapitel 9) basiert auf der Entwicklung der modernen Forschungsuniversität im Gegensatz zu stärker differenzierten Hochschulsystemen wie beispielsweise Frankreich (Ben-David 1984). Wir können somit »Universitäten als diejenigen Institutionen kennzeichnen, die nach der römisch-katholischen Kirche die längste historische Kontinuität aufweisen.« (Pasternack/von Wissel 2010: 14)

Die Idee der deutschen Forschungsuniversität – ein Exportschlager?

Es wurde versucht das Modell der deutschen Forschungsuniversität in das US-amerikanische Hochschulsystem zu adaptieren. Mitte des 19. Jahrhunderts waren die deutschen Universitäten führend in den Naturwissenschaften, was die Aufmerksamkeit der bis dahin in den USA existierenden *Colleges* nach britischem Vorbild erregte. Sie waren darauf ausgelegt, ihre Studierenden auf die Professionen (Medizin und Theologie), den Staatsdienst oder die Rechtswissenschaften vorzubereiten. Um der vorherrschenden Meinung, dass die (Aus-)Bildung an amerikanische *Colleges* langweilig, restriktiv und von schlechter Qualität sei, entgegenzuwirken, sollte das Hochschul- und Wissenschaftssystem umstrukturiert werden. Die deutschen Universitäten und besonders ihr Erfolg in den Naturwissenschaften beeindruckte die Amerikaner in den 1850er Jahren und bewegte sie dazu, einige Grundideen zu übernehmen: Das Verständnis als Volluniversität inklusiver einer Bereitstellung aller zum lernen benötigten Materialien und Einrichtungen (beispielsweise Bibliotheken). Professoren teilten sich die Arbeit und waren frei in der Gestaltung ihrer Forschung und Lehre. Studierende konnten sich ganz

nach Humboldts Idee frei entfalten und selbständig wählen, was sie studieren wollten.

»Thus, in the period after the American civil war the idea of the research university and the prominence of the natural sciences was introduced from Germany into American higher education.« (Muller 2004: 14)

Der Einfluss der deutschen Universitäten war enorm. Während des 19. Jahrhunderts studierten Zehntausende Amerikaner an deutschen Universitäten und führende Bildungsreformer der USA reisten nach Deutschland, um sich inspirieren zu lassen. Der erste Präsident der 1868 gegründeten *Cornell University* Andrew D. White machte 1855 seinen Abschluss an der Universität zu Berlin, Charles W. Elliot verbrachte ein Jahr an der Universität in Marburg, um nach seiner Rückkehr in die USA das *Harvard College* in eine Universität umzuwandeln. Als erfolgreichstes Beispiel für die Einrichtung amerikanischer Universitäten nach deutschem Vorbild gilt die *John Hopkins University* (Gründung: 1876) in Baltimore und Washington D.C.. Ihr Gründungsvater Daniel C. Gilman studierte 1854 und 1855 in Berlin und kehrte ein zweites Mal zurück nach Europa (1875), um die Einrichtung der *John Hopkins University* als erste Forschungsuniversität nach deutschen Vorbild vorzubereiten. Hierzu besuchte er die Universitäten in Straßburg, Freiburg und Göttingen, was ihr den Namen »Göttingen in Baltimore« einbrachte. Allerdings kann die *John Hopkins University* nicht als deutsche Universität bezeichnet werden, sondern als Universität, die auf bereits existierenden Institutionen innerhalb des eigenen Hochschul- und Wissenschaftssystems beruht. Der *College* Sektor blieb bestehen, wurde aber von einer forschungsorientierten Lehre auf Hochschulniveau ergänzt. Zur Zeit existieren in den USA zirka 336 Universitäten, die zum Doktorat führen. Hinzu kommen 547 Institutionen, die entweder als *Colleges* oder Universitäten bezeichnet werden, aber nur Bachelorabschlüsse anbieten. Von den mehr als 2.750 existierenden Institutionen ist also nur eine Minderheit eine klassische Forschungsuniversität (Muller 2004: 15ff.).

Diese kurze Zusammenfassung zeigt, dass die Idee der deutschen Forschungsuniversität zwar weltweit verbreitet und teilweise in das US-amerikanische Hochschul- und Wissenschaftssystem implementiert wurde, es aber nicht zu einer vollständigen Übernahme aller Einzelheiten kam. Strukturelle Besonderheiten und kulturelle Unterschiede wurden berücksichtigt, um das heute erfolgreiche Modell der *super research universities* zu etablieren, welches wiederum das deutsche Hochschul- und Wissenschaftssystem beeinflusst.

Die Herausbildung von »super research universities« nach amerikanischem Vorbild

Als grundlegende Veränderungen des Hochschulwesens weltweit konnten drei miteinander in Beziehung stehende Trends identifiziert werden: Die Privatisierung der Hochschulen, die Hochschulexpansion und Massifizierung der Hochschulbildung und die Herausbildung von *super research universities* (Baker 2008).

Obwohl die Privatisierung der Hochschulen in vielen Ländern voranschreitet (Baker 2008: 38), die führenden amerikanischen Forschungsuniversitäten, beispielsweise die der *Ivy League*, von privaten Geldgebern finanziert werden, bildet diese Finanzierungsform in Deutschland immer noch die Ausnahme. Allerdings wurden mittlerweile 121 private Hochschulen gegründet, wobei es sich meist um kleine (Fach-)Hochschulen handelt (Enders 2016: 510). Laut *Hochschulkompass*[73] der Hochschulrektorenkonferenz (HRK 2013) gibt es zur Zeit dreizehn Universitäten und Hochschulen mit Promotionsrecht in Deutschland, die sich privat finanzieren, aber staatlich anerkannt sind. Hierzu gehören beispielsweise die *Jacobs University Bremen*, *Bucerius Law School Hamburg*, Universität Witten-Herdecke, *Hertie School of Governance* sowie die Zeppelin Universität. Sie bilden also immer noch die Ausnahme; die Mehrheit aller Universitäten in Deutschland wird staatlich finanziert. Allerdings kam es in den letzten Jahren zu einem Anstieg an Hochschulgründungen im privaten Sektor (Stock/Reisz 2008). Durch die global voranschreitende Transformation der Gesellschaft in eine *schooled society* (Baker 2014), in der Bildung einen immer höheren Stellenwert einnimmt, kann die Massifizierung der Hochschulbildung als nächster Schritt im Zuge einer Ausweitung der Bildungsrevolution bezeichnet werden (Baker 2008: 39). Steigende Studierendenzahlen und die Gründung neuer Universitäten sind Teil ihrer dritten Welle. Diese auf Forschung fokussierten Universitäten tragen zur Ausbreitung des Modells der amerikanischen *super research university* als weltweit erfolgreichstes Vorbild moderner Forschungsuniversitäten, das von vielen Universitäten adaptiert und angestrebt wird, bei (Mohrman u.a. 2007; 2008). Sie sind führend in Wissenschaft und Technik, weisen hohe Publikationszahlen und Zitationsraten auf und agieren global. Die Universitäten übernehmen zudem Verantwortung für die Kontrolle, Produktion, Nutzung und Weitergabe generierten Wissens an die Gesellschaft (Baker

73 Hochschulkompass, 27.02.2018, https://www.hochschulkompass.de/hochschulen/die-hochschulsuche/search/1.html?tx_szhrksearch_pi1%5Bhstype%5D%5B1%5D=1&tx_szhrksearch_pi1%5Btraegers chaft%5D=2&tx_szhrksearch_pi1%5Bpointer%5D=0.

2014: 14f.). Sie werden auch als *world-class research universities* bezeichnet und zeichnen sich erstens durch ihren globalen Charakter mit aktiver Teilnahme am Prozess der Globalisierung aus. Zweitens sind sie führend in der Produktion wissenschaftlichen Wissens und sehr forschungsintensiv. Sie treiben die Verwissenschaftlichung, auch außerhalb der Grenzen der Wissenschaft, in vielen gesellschaftlichen Teilbereichen voran. Sie befinden sich im weltweiten Wettbewerb um Studierende, Wissenschaftler und Forschungsgelder. Forschungsprojekte sind international und multidisziplinär angelegt – sie folgen dem Modell der *Big Science* (Abschnitt 2.4). Drittens sollen öffentliche Investitionen in Forschungsuniversitäten die Produktion von Wissen ankurbeln. Zudem haben diese Universitäten einen großen Einfluss auf die disziplinär organisierte Forschung und auf sozialen und ökonomischen Fortschritt. Viertens, der Rückgang der traditionellen Rolle der Professoren führt zu einer Orientierung an teamorientierter, disziplinenübergreifender und internationaler Partnerschaften und Netzwerke. Fünftens erfolgt die Rekrutierung des (wissenschaftlichen) Personals weltweit. Sechstens wird die interne Organisation der Universitäten immer komplexer. Sie expandieren durch die Auflage neuer Programme und Departments, der Integration neuer Forschungszentren und Doktorandenschulen, interdisziplinärer Einheiten und Wissenschaftsparks. Siebtens werden durch die Teilnahme an Rankings dichte Netzwerke und größerer Wettbewerb gefördert. Gleichzeitig kommt es aber auch zu zunehmender Kooperation zwischen Universitäten (Kapitel 10), besonders bei der Durchführung großer Forschungsprojekte. Die globalen Ziele und wachsenden Gemeinsamkeiten zwischen den Universitäten weltweit treiben die Dualität von Wettbewerb und Zusammenarbeit voran. Obwohl forschungsstarke Universitäten schon immer sehr kostenintensive Organisationen waren, steigen die Kosten zur Produktion wissenschaftlichen Wissens weiter an. Es kommt auch zu einer Zunahme unterschiedlicher Finanzierungsressourcen. Die kalkulierten Kosten zur Finanzierung einer *super research university* mit angeschlossener medizinischer Fakultät liegen bei jährlich rund 1,5 Milliarden US Dollar. Die *John Hopkins University* erhielt mit Abstand die meisten Forschungsgelder für FuE. Im Jahr 2016 wurden 2,1 Milliarden US Dollar für FuE ausgegeben. Der Hauptanteil an finanziellen Mitteln standen den Disziplinen Biologie, Medizin und Elektrotechnik zur Verfügung (www.bestcolleges.com). Es ist nicht verwunderlich, dass nur wenige US-amerikanische Universitäten solch ein hohes Budget zur Verfügung haben und keine einzige europäische Universität auch nur annähernd so viele Mittel akquirieren kann (Ward 2005 zitiert nach Baker 2008). Dies

liegt daran, dass amerikanische Forschungsuniversitäten sich nicht nur durch öffentlich bereitgestellte Forschungsgelder finanzieren, sondern auch durch private Spenden, steigende Studiengebühren, Zuschüsse zu Forschung und technischer Innovationen, Einnahmen durch Spin-Offs und Verträge mit Firmen (Baker 2008: 40ff.; siehe auch Chait 2002 und Geiger 1993).

Aus den oben beschriebenen Charakteristiken kann geschlossen werden, dass es in Deutschland zur Zeit keine »echten« *super research universities* nach amerikanischen Vorbild gibt. Horst Hippler, Präsident der deutschen HRK, hat im Januar 2016 als Antwort auf die Ergebnisse der Evaluation der Exzellenzinitiative und die Frage, ob deutsche Forschungsuniversitäten an US-amerikanische Spitzenforschung anknüpfen könne, gesagt:

> »Princeton oder Harvard können wir nicht nachmachen, dafür reicht das Geld hinten und vorne nicht. Zum Umkrempeln des gesamten Wissenschaftssystems in Deutschland fehlen ein paar Nullen.« (Hippler 2016 zitiert nach Himmelrath 2016)

Dennoch haben einige forschungsstarke Universitäten in Deutschland Elemente dieses Hochschulmodells übernommen. Besonders aber im Bereich der Fachhochschulen ist ein Trend zur Privatisierung zu erkennen. Nicht nur, dass sich die Fachhochschulen durch steigende Forschungsaktivitäten den Universitäten annähern (Abschnitt 8.3), sondern auch ihre Nähe zu den Industrieunternehmen forciert diesen Trend. Die von den Unternehmen nachgefragte angewandte Forschung und Expertise wird teilweise an den Fachhochschulen durchgeführt, aber von Unternehmen finanziert.

Gleichzeitig erhöhte sich mit der (Weiter-)Entwicklung der Universitäten der Erwartungsdruck Forschungsergebnisse miteinander zu teilen und zu veröffentlichen. Seit ungefähr 1880 stiegen die Publikationsaktivitäten von Wissenschaftlerinnen und die Anzahl wissenschaftlicher Zeitschriften stark an, auch in Deutschland (Daston 1999: 72ff.). Wissenschaftliche Performanz wurde zum neuen Instrument führender Nationalstaaten, um international konkurrenzfähig zu bleiben.

Internationaler Wettbewerb wurde besonders von außeruniversitären Forschungseinrichtungen, wie dem Institut Pasteur in Paris (1888; siehe ausführlich zum institutionellen Wandel Hage/Mote 2008), Stockholms Nobelinstitut, oder Amerikas *Rockefeller Institute for Medical Research* (1901) und der *Carnegie Institution of Washington for Fundamental and Scientific Research* (1902) vorangetrieben (vom Brocke 2001: 391). Solch führende unabhängige Institute bedrohten die führende Position deutscher Universitäten, deren Rektorate befürchteten, bald nicht mehr wettbewerbsfähig zu sein. Ob dieser Aussage im Zeitverlauf des 20. Jahrhunderts und beginnenden 21. Jahrhunderts

Glauben geschenkt werden darf, wird im Kapitel 9 nachgegangen. Zunächst folgt aber ein Überblick über die vier wichtigsten, staatlich finanzierten außeruniversitären Forschungsorganisationen und der in ihr beheimateten Institute in Deutschland.

8.2 Die Konzentration außeruniversitärer Institute auf wissenschaftliche Forschung

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurde in Einklang mit der Neugründung neuer außeruniversitärer Forschungsinstitute im deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystem eine strukturelle Dualität etabliert: Universitäten und Institute existieren nebeneinander. Durch die gemeinsame Entscheidung von Repräsentanten der Wissenschaft, forschungsintensiver Industriebereiche und der zuständigen Ministerien wurde beschlossen, dass auch außerhalb der Universitäten unabhängige Forschungsinstitute gegründet werden sollten. Dies führte zu einer Zunahme der Forschungsaktivitäten abseits der ältesten Einrichtungen zur Produktion wissenschaftlichen Wissens, einer Verbreiterung des Portfolios unterschiedlicher Formen der Forschung und erhöhte den Lehraufwand an den Universitäten. Die Finanzierung der außeruniversitären Forschungsinstitute erfolgt gemeinsam durch den Bund und die sechzehn Bundesländer (zu unterschiedlichen Anteilen), allerdings zeichnen sich die Organisationen durch eine hohe Autonomie aus (Hohn 2016: 550). Im Zuge der Veränderung der Forschungspolitik des Bundes wurden Wettbewerb und Kooperationen zwischen den Instituten aber auch zwischen anderen Akteuren gefördert. Die Auflage des »Pakts für Forschung und Innovation« und die »Exzellenzinitiative« haben dazu beigetragen, dass der Bund die außeruniversitären Forschungseinrichtungen indirekt einem Druck zu mehr Wettbewerb und Kooperationen aussetzt, ohne direkt steuernd in die Governancestruckturen der Einrichtungen einzugreifen. Hinzu kommt, dass es immer schwerer wird, Alleinstellungsmerkmale und Forschungsdomänen zu behaupten (Hohn 2016: 550).

Außeruniversitäre Forschung in Deutschland reicht allerdings viel weiter zurück als die Gründung der heute prominentesten Forschungseinrichtungen, die im Folgenden vorgestellt werden sollen. Bereits 1652 wurde die Leopoldina – Nationale Akademie der Wissenschaften als eine der weltweit ältesten Wissenschaftsakademien gegründet (www.leopoldina.org) und im

Jahr 1700 rief Gottfried Wilhelm Leibniz die Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften ins Leben (www.bbaw.de). Hinzu kam Forschung in Bibliotheken und Museen, von denen heute viele in der Leibniz Gemeinschaft versammelt sind (siehe unten).

Durch die Gründung der vier wichtigsten, staatlich finanzierten Forschungsorganisationen – Fraunhofer-Gesellschaft, Helmholtz-Gemeinschaft, Max-Planck-Gesellschaft, Leibniz Gemeinschaft – und ihren spezialisierten Instituten gerieten die Forschungsuniversitäten massiv unter Druck. Die Studierendenzahlen stiegen an, ohne durch einen gleichzeitigen Anstieg wissenschaftlichen Personals kompensiert zu werden. Die universitätsbasierte Forschung geriet in den »Schatten der Lehre« (Schimank 1995). Allerdings beruht die Reputation von Wissenschaftlern auf wissenschaftlichem Output, in dieser Arbeit untersucht mit Hilfe von Publikationen in Zeitschriftenartikeln in STEM+-Fächern. Dieser Umstand bringt Forscher, die eine hohe Lehrverpflichtung haben in Bedrängnis und führt zu einem strukturellen Nachteil gegenüber Kollegen, die an einem auf Forschung fokussierten außeruniversitären Institut tätig sind. Die neuen Bedingungen haben dazu geführt, dass beide Organisationsformen sich zeitweise ignoriert haben oder miteinander in Konkurrenz getreten sind. Allerdings haben äußere Zwänge, wie die Vergabe von Forschungsgeldern an (international) kooperierende Projektideen, oder auch ein Anstieg der Publikationen mit mehr als einem Autor (Kapitel 10) zu vermehrter wissenschaftlicher Zusammenarbeit und der Neugründung hybrider Organisationsformen geführt, beispielsweise den *International Max Planck Research Schools* (IMPRS) (Gründung: 2000er Jahre) und dem KIT (Gründung: 2009). Es kommt zu Machtkämpfen, da die Universitäten mit wenigen Mitteln ebenso gute Forschung betreiben sollen, wie die besonders gut finanzierten, mit sich auf dem neuesten Stand befindlichen Anlagen und niedrigen Lehrverpflichtungen bevorteilten außeruniversitären Forschungsinstitute. Die außeruniversitären Forschungseinrichtungen verfügen heute über einen Etat, der ungefähr 60 Prozent dessen entspricht, was den Universitäten an finanziellen Mitteln zur Verfügung steht (Hohn 2016: 549). Das Monopol auf die Vergabe von Doktortiteln und der Lehrberechtigung (Habilitation) macht die Universitäten allerdings auch zu attraktiven und unersetzlichen Partnern der Institute.

Die großen außeruniversitären Forschungsorganisationen in Deutschland unterscheiden sich nicht nur hinsichtlich ihres Gründungsdatums, sondern auch in ihrer Größe, repräsentiert durch die Anzahl der Institute und der Mitarbeiter in FuE. Die Art und Verteilung der Finanzierung reicht

von Grundmitteln und Drittmitteln bis hin zur industriellen Förderung. Innerhalb der Institute wird Forschung unterschiedlichster Art betrieben: von klassischer wissenschaftlicher Grundlagenforschung über praxis- und anwendungsbezogene Forschung und Vorsorgeforschung (Abbildung 14).

Abbildung 14: Außeruniversitäre Forschungsorganisationen in Deutschland (Stand: März 2017)

Max-Planck-Gesellschaft Gründung: 1911 83 Institute Finanzierung: 50:50 Art der Forschung: Grundlagenforschung	*Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren* Gründung: 1995 18 Großforschungseinrichtungen (+40 kleinere Institute) Finanzierung: 90:10 Art der Forschung: Vorsorgeforschung
Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz Gründung: 1969 89 Institute Finanzierung: Anteile Bund/Länder variieren Art der Forschung: thematisch je nach Institut	*Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung* Gründung: 1949 67 Institute, Forschungseinrichtungen (+ Verbünde, Allianzen) Finanzierung: 90:10 Art der Forschung: angewandte Forschung

Quelle: eigene Darstellung

Die Vorstellung und Charakterisierung der vier Forschungsorganisationen erfolgt entlang der Art der Forschung, da die Ausrichtung einen Einfluss auf die Organisation der Forschung und somit indirekt das Publikationsverhalten der in ihnen arbeitenden Wissenschaftler hat.

Grundsätzlich wird zwischen Grundlagenforschung, angewandter Forschung und (experimenteller) Entwicklung unterschieden. Sie basiert auf der Kategorisierung der Investitionen in FuE in verschiedene Bereiche und wird beispielsweise in den OECD Statistiken genutzt (Gulbrandsen/Kyvik 2010: 343). Eine einfache Unterscheidung kann folgendermaßen vorgenommen werden: Grundlagenforschung dient vornehmlich dazu, Wissen zu generieren ohne an einen bestimmten Zweck gebunden zu sein. Die Anwendung

des Wissens steht nicht im Zentrum des Interesses. Angewandte Forschung wird betrieben, um neues Wissen mit einer bestimmten praktischen Absicht oder einem Ziel zu produzieren. Experimentelle Entwicklung beschreibt die systematische Arbeit an bereits existierendem Wissen, das aus Grundlagen- oder anwendungsorientierter Forschung gewonnen wurde. Es dient der direkten Überführung und zur Entwicklung neuer Materialien, Produkte und Geräte (Gulbrandsen/Kyvik 2010: 344).

Grundlagenforschung wird in wissenschaftlichen Zeitschriftenartikeln publiziert und dadurch der wissenschaftlichen Gemeinschaft zugänglich gemacht. Die Forschung in den Instituten der Max-Planck-Gesellschaft folgt dieser Logik. Zudem zählt die Gesellschaft zu den wichtigsten außeruniversitären Forschungsorganisationen weltweit. Eine Vermittlerposition zwischen Grundlagenforschung und angewandter Forschung nehmen die Forschungszentren und betriebenen Großgeräte der Helmholtz-Gemeinschaft ein. Sie sichern die Anschlussfähigkeit des innerhalb der Grundlagenforschung generierten Wissens und organisieren den Transfer des Wissens in andere gesellschaftliche Teilbereiche (Politik und Industrie). Ihre Art der Forschung wird auch als Vorsorgeforschung bezeichnet. In ihren Forschungszentren spielen nicht nur Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften eine Rolle zur Verbreitung des Wissens, sondern auch Patentanmeldungen und Dokumentationen der Forschung verschiedenster Art. Die Art der Forschung, die in der Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz betrieben wird, lässt sich nicht auf einen Begriff herunterbrechen. Durch die Vielfältigkeit der Institute innerhalb der Gemeinschaft reicht die Spannbreite von anwendungsorientierter Forschung bis hin zur Bereitstellung forschungsbasierter Dienstleistungen. Ihre disziplinäre Diversität trägt dazu bei, dass sie bei der Analyse der Publikationen innerhalb der STEM+-Fächer nur eine untergeordnete Rolle spielen. Durch enge Kooperationen mit Unternehmen aus der Wirtschaft und der Industrie hat sich die Fraunhofer-Gesellschaft auf praxis- und anwendungsorientierte Forschung spezialisiert, die sich an den Bedürfnissen ihrer Auftraggeber, die zum Teil auch die Forschung finanzieren, orientiert. Dies hat zur Folge, dass der Fokus weniger auf der Publikation wissenschaftlicher Zeitschriften liegt, sondern dass versucht wird, das erzeugte Wissen entweder durch Patentanmeldungen zu schützen oder innerhalb der Unternehmen zu nutzen, ohne dass es der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird.

8.2.1 Die Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften

Mit Gründung der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. (KWG) im Jahr 1911 fiel der Startschuss zur Förderung der außeruniversitären Forschung in Deutschland. Nach Beendigung des Zweiten Weltkriegs wurde die KWG 1948 in Göttingen als Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. (MPG) neu gegründet. Sie gilt bis heute als führende Dachorganisation zur Förderung exzellenter, wissenschaftlicher Grundlagenforschung an 83 eigenen Instituten der Natur-, Geistes- und Sozialwissenschaften. Von den 83 Instituten befinden sich fünf Institute und eine Außenstelle im Ausland, darunter das *Max Planck Institute Luxembourg for International, European and Regulatory Procedural Law*.

Das Leitbild des Gründervaters und Nobelpreisträgers der Physik, Max Planck (1858–1947), war, dass »dem Anwenden das Erkennen vorausgehen muss.« Die herausragende Stellung der MPG wird dadurch verdeutlicht, dass sie allein 18 Nobelpreisträger in unterschiedlichen Disziplinen hervorgebracht hat. Zudem treibt die MPG die Vernetzung mit deutschen Universitäten voran, indem ihre Wissenschaftler in die akademische Lehre eingebunden sind und gemeinsame Forschung in Sonderforschungsbereichen der DFG und Exzellenzclustern betrieben wird. Die Verbindung von grundlagen- und anwendungsbezogener Forschung wird durch Kooperationen mit der Fraunhofer-Gesellschaft gefördert. Die Promotionsausbildung findet in internationalen Graduiertenschulen (IMPRS) statt, die eng mit Universitäten im In- und Ausland zusammenarbeiten und sich vernetzen. Ziel ist es, begabte Nachwuchswissenschaftler unter exzellenten Forschungsbedingungen zu fördern (Tiefel 2006: 268ff.; http://www.mpg.de/de/imprs).

Bereits zu Zeiten der KWG wurden große Forschungsprogramme, besonders in den Naturwissenschaften, aufgelegt. Allein in Berlins bedeutendem Wissenschaftsstandort Dahlem wurden das Institut für Chemie (Otto Hahn, Lise Meitner), das Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie (Fritz Haber) und die Institute für Biologie, Deutsche Geschichte und Physik (Albert Einstein) gegründet (Stock u.a. 2014).

Im Jahr 2016 waren 22.197 Mitarbeiter in der MPG beschäftigt, davon 13.267 im wissenschaftlichen Bereich, das entspricht ungefähr 60 Prozent. 47 Prozent aller beschäftigten Wissenschaftler stammt aus dem Ausland (https://www.mpg.de/de). Die Finanzierung der MPG erfolgt in erster Linie aus öffentlichen Mitteln. Hinzu kommen eingeworbene Drittmittel und finanzielle Zuwendungen von privaten und öffentlichen Geldgebern

und der Europäischen Union. Der Haushalt wird von Bund und Ländern zu gleichen Teilen (50:50) finanziert (Hohn 2016: 553).

8.2.2 Die Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren

Erst im Jahr 1995 wurde die Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF) gegründet. Sie besteht aus 18 naturwissenschaftlich-technischen und biologisch-medizinischen Großforschungseinrichtungen und weiteren 40 kleineren Forschungsinstituten, die sich mit unterschiedlichen Themen nationalen Interesses beschäftigen. Ihr Schwerpunkt liegt auf dem Betrieb von Großgeräten, wissenschaftlichen Infrastrukturen und der Vorsorgeforschung. Sie sollen an das in der Grundlagenforschung generierte Wissen anknüpfen und den Transferprozess zu den industriellen Prototypen organisieren (Hohn 2016: 554). Ihre Aufgabe sieht sie in der Verfolgung langfristiger Forschungsziele des Staates und der Gesellschaft zur Verbesserung der Lebensgrundlagen des Menschen.

Der Namensgeber der HGF, Hermann von Helmholtz (1821–1894), gründete die Physikalisch-Technische Reichsanstalt in Berlin, das weltweit erste außeruniversitäre Forschungszentrum und ebnete den Weg wissenschaftliche Forschung auch außerhalb von Universitäten durchzuführen. Bereits 1958 wurde der Arbeitsausschuss für Verwaltungs- und Betriebsfragen der deutschen Reaktorstationen gegründet, ein loser Verbund zur Entwicklung sicherer und leistungsfähiger Kernreaktoren. In den 1960er Jahren wuchs der Verbund und entwickelte erstmals eine eigene Satzung. Anfang 1970 wurde dann die Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen gegründet, die sich zum Ziel gesetzt hat, partnerschaftlich mit dem Staat die zukünftigen Aufgaben zu entwickeln. Die Durchführung der Forschung sollte aber in der Hand der Wissenschaftler verbleiben. Weitere Forschungszentren wurden gegründet oder Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft. Erst im Jahr 1995 erhielt die HGF ihren heutigen Namen und im Jahr 2001 wurde die Rechtsform in einen eingetragenen Verein rechtlich selbständiger Mitglieder übertragen. Die Reform beinhaltete auch eine Veränderung der Forschungsfinanzierung hin zu einer programmorientierten Forschung (www.helmholtz.de).

Das Budget der HGF betrug im Jahr 2015 4,45 Milliarden Euro, wovon zwei Drittel aus zweckgebundenen öffentlichen Mitteln (Verhältnis Bund und Länder 90:10) und mehr als 30 Prozent aus eingeworbenen Drittmitteln stammen. Mit 38.237 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern (davon fast 15.000

Wissenschaftler) ist sie die größte deutsche Wissenschaftsorganisation Deutschlands. Die HGF zieht jährlich mehrere Tausend Gastwissenschaftler aus dem Ausland an, um die teilweise weltweit einzigartigen Großgeräte und Infrastrukturen zu nutzen. Sie ist nicht nur besonders aktiv im Bereich der Produktion wissenschaftlichen Wissens in Form von Zeitschriftenartikeln, sondern meldet auch jährlich ungefähr 400 Patente an.

8.2.3 Die Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz

Durch die Unterzeichnung des Königsteiner Abkommens im März 1949 durch die westdeutschen Bundesländer wurde beschlossen, Forschungseinrichtungen mit überregionaler Bedeutung gemeinsam zu finanzieren. Allerdings bekamen erst 1969 Bund und Länder die Möglichkeit Forschungsvorhaben von gesamtstaatlichem wissenschaftspolitischem Interesse zu fördern. 1977 konnte sich dann auf die Förderung von 46 Einrichtungen geeignet werden, die auf die »Blaue Liste« kamen. Durch regelmäßige Evaluationen des Wissenschaftsrats wurde die Qualität der wissenschaftlichen Arbeit der Einrichtungen sichergestellt. Einige Institute wurden von der Liste gestrichen, neue kamen hinzu. Dieses Vorgehen ist auch dem Umstand geschuldet, dass Finanzmittel begrenzt waren und neue Einrichtungen nur aufgenommen werden konnten, wenn andere ausschieden. Nach der Wiedervereinigung im Jahr 1990 kam es zu einer Verdoppelung der Zahl der Mitgliedsinstitute, da Forschungsinstitute der ehemaligen DDR in die gesamtdeutsche Wissenschaftslandschaft integriert werden sollten. 1989 betrug die Anzahl der gelisteten Institute 81, 2015 waren es 89. Auch der Schwerpunkt der Forschung verschob sich hin zu den Natur-, Technik-, Agrar-, Lebens- und Raumwissenschaften. Es folgten die Umbenennungen in die Arbeitsgemeinschaft Blaue Liste im Jahr 1990 und die Gründung der Wissenschaftsgemeinschaft Blaue Liste im Jahr 1995. 1997 erhielt sie ihren heutigen Namen, Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz (WGL), kurz Leibniz Gemeinschaft. Inhaltlich konnte ein breites Fächerspektrum erhalten werden: Natur-, Ingenieur-, Umwelt-, Wirtschafts-, Raum-, Sozial- und Geisteswissenschaften. Ziel der WGL ist es, die Selbstorganisation der eigenständigen Einrichtungen zu erhalten und eine stärkere Zusammenarbeit in Form von Forschungsverbünden und Netzwerken zu fördern. Die Institute betreiben erkenntnis- und anwendungsorientierte Forschung, stellen wissenschaftliche Infrastrukturen bereit oder bieten forschungsbasierte Dienstleistungen an. Ihr Ziel ist der Wissenstransfer und

Beratung und Information von Politik, Wissenschaft, Wirtschaft und Öffentlichkeit (www.leibniz-gemeinschaft.de).

Es bestehen enge Kooperationen mit Universitäten, der Industrie und anderen Partnern weltweit. 2015 beschäftigte die WGL 18.476 Mitarbeiter, davon 9.303 Wissenschaftler (50,4 Prozent). Das Gesamtbudget betrug 1,73 Milliarden Euro, wovon 1,1 Milliarden von Bund und Ländern finanziert wurden und 369 Millionen Euro aus Drittmitteln stammen. Die Anteile an Forschungsmitteln, die vom Bund und den Ländern zur Verfügung gestellt werden variieren je nach Institut (Hohn 2016: 553).

8.2.4 Die Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung

Die 1949 in München gegründete und nach dem Optiker und Physiker Joseph von Fraunhofer (1787–1826) benannte Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der anwendungsbezogenen Forschung e.V. (FhG) ist die größte Forschungsorganisation Europas, die sich auf anwendungsbezogene und industriell geförderte Forschung konzentriert. Ihr Ziel ist es, sich an den Bedürfnissen der Menschen zu orientieren und FuE auf höchstem Niveau zu fördern und zu finanzieren. Der Schwerpunkt der Forschung liegt in folgenden Bereichen: Energie, Gesundheit, Kommunikation, Mobilität, Sicherheit und Umwelt. Die Gesellschaft umfasst mittlerweile 67 Institute und Forschungseinrichtungen. Hinzu kommen sieben Verbünde in den Bereichen IUK-Technologie, Life Sciences, Mikroelektronik, Light & Surfaces, Produktion, Werkstoffe, Bauteile MATERIALS und Verteidigungs- und Sicherheitsforschung VVS. Hinzu kommen thematisch orientierte Allianzen zwischen unterschiedlichen Forschungseinrichtungen. Institute der FhG arbeiten eng mit deutschen Universitäten zusammen, besonders in gemeinsam betriebenen Graduiertenschulen und Fraunhofer-Exzellenzclustern. Mit dem Konzept der Leistungszentren sollen Netzwerke zwischen den Instituten, Universitäten und auch Unternehmen gestärkt werden. Sie verstehen sich als »Angebot an die Politik, wissenschaftliche Exzellenz mit gesellschaftlichem Nutzen primär zu entwickeln.« (https://www.fraunhofer.de) Durch die enge Verzahnung von Wissenschaft und Wirtschaft gehört die FhG zu den führenden Patentanmeldern in Deutschland. Im Jahr 2015 wurden durchschnittlich etwas mehr als zwei Entwicklungen pro Werktag zum Patent angemeldet.

In der FhG waren im Jahr 2015 mehr als 24.000 beschäftigt. Die meisten von ihnen kommen aus dem Bereich Natur- oder Ingenieurwissenschaften. Das Forschungsvolumen betrug 2,1 Milliarden Euro, wobei 1,8 Milliarden Euro in den Bereich Vertragsforschung fallen. Über 70 Prozent der Aufträge an die FhG kommen aus der Industrie und öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. 30 Prozent werden durch Bund und Länder grundfinanziert. Diese 30 Prozent teilen sich Bund und Länder im Verhältnis 90:10 (Hohn 2016: 553). Die internationale Zusammenarbeit der FhG wird durch ein starkes Netzwerk internationaler Niederlassungen gefördert.

Die vier großen außeruniversitären Dachorganisationen mit ihren zahlreichen Instituten haben das Monopol auf Forschung innerhalb der Universitäten in Frage gestellt. Je nach Sichtweise verstehen sie sich als Konkurrenten universitärer Forschung oder starke Partner.

Außeruniversitäre Forschungsinstitute im Spannungsfeld: Starke Partner oder Konkurrenten universitärer Forschung?

Auch wenn der Erste Weltkrieg kurzfristig tiefgreifende Folgen für das deutsche Hochschul- und Wissenschaftssystem hatte, wurden in den Jahren vor Ausbruch des Zweiten Weltkriegs 200 neue naturwissenschaftliche Institute geöffnet, wovon 37 in Universitäten, 98 in Technischen Hochschulen und 40 in Bundesforschungseinrichtungen integriert waren. 21 Institute waren Teil der KWG (vom Brocke 1999: 398; vom Brocke 1996: 633ff.). Durch ihr Monopol auf die Vergabe der Verleihung von Promotionen und der Berechtigung zur Lehre behalten die Universitäten zwar ihre herausragende Stellung im deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystem, aber sie befinden sich mit den außeruniversitären Forschungsinstituten in einem Wettstreit um die besten Wissenschaftler, finanzielle Mittel und Anerkennung als exzellente Organisationen wissenschaftlicher Forschung. Die Institute wiederum sind auf Kooperationen mit den Universitäten angewiesen, um ihren wissenschaftlichen Nachwuchs auszubilden, oder aber um gemeinsam teure Großgeräte zu betreiben und zu finanzieren, an denen Wissenschaftler aus aller Welt gemeinsam an einer Forschungsfrage arbeiten. Durch die so erzeugte strukturelle Dualität in Deutschland kann weder von einem vollständigen Wettbewerb noch von einer harmonischen Zusammenarbeit zwischen beiden Organisationsformen gesprochen werden – sie stehen in einem Spannungsverhältnis zueinander.

Gleichzeitig mit dem Ausbau der außeruniversitären Forschungslandschaft begann in den 1960er Jahren der Aufbau neuer Organisationsformen innerhalb der Hochschulbildung, um den neuen und gestiegenen gesellschaftlichen Anforderungen gerecht zu werden: Hochschul(aus)bildung diente nicht mehr allein der Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses, sondern sollte sich auch auf den wirtschaftlichen Arbeitsmarkt, industrielle Produktion und Technologie vorbereiten. Das Modell der dualen Ausbildung wurde etabliert und akademische Hochschulbildung existiert parallel neben der klassischen beruflichen dualen Ausbildung (Powell u.a. 2012a; b; Graf 2013).

Einerseits wird durch die institutionelle Trennung der beruflichen Ausbildung und der Hochschulbildung in Deutschland, die von Martin Baethge (2006) als »Bildungs-Schisma« bezeichnet wurde, ein Übergang zwischen beiden Systemen erschwert beziehungsweise verhindert. Andererseits haben die praxis- und anwendungsorientierten Fachhochschulen durch zunehmenden *academic drift* (siehe unten) angefangen, eigene Forschung zu betreiben und folglich auch Zeitschriftenartikel in wissenschaftlichen Journalen zu publizieren. Die Besonderheit in Deutschland bilden Duale Studiengänge, die eine Verbindung zwischen betrieblicher Ausbildung und gleichzeitiger akademischer Ausbildung in Fachhochschulen und Berufsakademien herstellen (Graf 2013: 95ff.).

8.3 Die anwendungs- und praxisorientierten Fachhochschulen

Da der Zugang zur Hochschulbildung und den Forschungsuniversitäten in Deutschland durch die formale Hürde des Abiturs geregelt ist und die Studierendenzahlen in den 1960er Jahren anstiegen, wurden neue, anwendungsorientierte Fachhochschulen im Zuge der Reformpolitik 1971 gegründet. In den Fachhochschulen sollten Einrichtungen zusammengefasst werden, die Studierende praxis- und berufsorientiert ausbilden (Enders 2016: 506ff.). Bereits bestehende Fachschulen wurden in die neugegründete Organisationsform der Fachhochschulen integriert. Die fortschreitende Hochschulexpansion in den 1970er Jahren führte auch dazu, dass den Fachhochschulen die Aufgabe zukam, die steigende Bildungsnachfrage aufzufangen und kostengünstiger zu befriedigen (Enders 2016: 506). Ihr thematischer

Schwerpunkt liegt hauptsächlich im naturwissenschaftlich-technischen Bereich und der Pädagogik. Durch den Fokus der Fachhochschulen auf die Lehre und einem geringen Interesse an Grundlagenforschung wurde die Verbindung von Forschung und Lehre an den Universitäten geschwächt. Zunächst hatten die Fachhochschulen wenig Interesse an akademischer Forschung und auch die Vergabe von Doktortiteln blieb das Vorrecht der Universitäten. Dies hat sich mittlerweile gewandelt und erste Fachhochschulen haben nach Akkreditierung durch den Wissenschaftsrat das Promotionsrecht erhalten (WR 2015).

Bis Mitte der 1980er Jahre versuchte der Staat die Grenzziehung zwischen Universitäten und Fachhochschulen durch rechtliche Rahmenregelungen und unterschiedliche Finanzierungssysteme zu untermauern. Betont wurde, »dass mit den Fachhochschulen Institutionen geschaffen wurden, die im Vergleich zu den Universitäten *andersartig* aber *gleichwertig* sind.« (Enders 2010: 446) In Wirklichkeit stimmt diese Aussage nicht völlig. Mittlerweile streben die Fachhochschulen nach einer Angleichung an die Universitäten (Teichler 2005: 169; Lenhardt 2005), obwohl sie immer noch einen starken Anwendungsbezug haben (Webler 2008). Treibende Kraft dieser Entwicklung sind besonders die Fachhochschulen aus den Bereichen Soziale Arbeit und Fürsorge (Maier 1999). Die Diskussion um die Angleichung der Fachhochschulen an die Universitäten wird unter dem Begriff *academic drift*[74] (Gellert 1993; Lenhardt 2005; Witte u.a. 2008) geführt. Allerdings müssen die Fachhochschulen mit weniger personeller sowie finanzieller Ausstattung haushalten. Erst seit 1985, als das Hochschulrahmengesetz geändert wurde, gehört die anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung zum Aufgabenspektrum der Fachhochschulen. Sie sollen sich auf Technologie- und Wissenstransfer konzentrieren und die regionale Wirtschaft unterstützen – regionale wirtschaftsnahe Forschungsverbünde sind entstanden (BMBF 2004). Durch die Einführung von Bachelor- und Masterabschlüssen wurden die Angleichungsprozesse beider Hochschultypen weiter beschleunigt. Durch die Vorgabe der Kultusministerkonferenz (KMK 1999; 2003), dass der Bachelorabschluss unabhängig vom Hochschultyp als erster berufsqualifizierender Abschluss gelten und erst auf Ebene des Masterabschlusses eine Profilierung der Studiengänge (akademisch, anwendungsorientiert) stattfin-

74 Das Pendant zum *academic drift* an Fachhochschulen ist der *professional drift* (Harmen 1977) an Universitäten. Er bezeichnet die Nachfrage nach praxis- und anwendungsorientierter Berufsausbildung an Universitäten im Zuge sinkender Forschungskapazitäten in Zeiten der Massenuniversität (WR 2006).

den soll, wurde beschlossen, dass Studiengänge beider Profiltypen sowohl an Fachhochschulen als auch an Universitäten studiert werden können. Die institutionelle Unterscheidung beider Organisationsformen wurde verwässert (Enders 2016: 448).

Doch obwohl die Universitäten durch fehlende Ressourcen und der Etablierung außeruniversitärer Forschungsinstitute geschwächt wurden, konnten sie ihren Status als Hauptproduzenten wissenschaftlichen Wissens erhalten. Ob diese theoretisch und bereits durch erste Datenauswertungen abgeleitete Aussage auch empirisch Bestand hat, wird im nachfolgenden Kapitel 9 untersucht. Bevor damit begonnen werden kann, wird im folgenden Abschnitt auf die Finanzierung von FuE in Deutschland eingegangen, da ohne finanzielle Mittel kaum Forschung betrieben werden kann, deren Ergebnisse später in Form von Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht wird. Besonders in den auf Apparate und Laboratorien angewiesenen kostenintensiven STEM+-Fächern. Die Verteilung der Mittel erfolgt nicht gleichermaßen auf alle Organisationsformen, sodass einige von ihnen bessere Startbedingungen erhalten als andere.

8.4 Die Finanzierung von Forschung und Entwicklung in Deutschland

Die Grundmittelfinanzierung und die Finanzierung der Forschung über Projekte in Form von Drittmitteln (öffentliche und private) bilden die wichtigsten Pfeiler der Forschungsförderung in Deutschland. Drittmittelfinanzierung hat in den letzten zwei Jahrzehnten an Bedeutung gewonnen und gilt als Ausdruck der Leistungsfähigkeit und Qualität der Forschung. Ein besonderes Kennzeichen der staatlichen Forschungsförderung in Deutschland ist die Aufteilung zwischen Bund und Bundesländern. Im Jahr 2016 wurden 15,8 Milliarden Euro (Soll-Ausgaben) für FuE vom Bund bereitgestellt. Dies entspricht einem Zuwachs von 81 Prozent seit dem Jahr 2010. Das BMBF stellt mit 60 Prozent mehr als die Hälfte aller Forschungsmittel auf Bundesebene bereit. Hinzu kommen Mittel vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi, 21 Prozent) und dem Bundesministerium der Verteidigung (BMVg, 5 Prozent).

Die Ausgaben der Hochschulen für FuE lagen im Jahr 2013 bei 14,3 Milliarden Euro, darunter 7,1 Milliarden Euro Drittmittel. Wohingegen die

Ausgaben der privaten Forschungseinrichtungen ohne Erwerbszweck bei 10,6 Milliarden Euro lagen und die der staatlichen Forschungseinrichtungen bei 1,7 Milliarden Euro. Die Hälfte der Ausgaben wird in die Natur- und Ingenieurwissenschaften investiert (zirka 50 Prozent). Die Fördermittel gehen hauptsächlich an die Bereiche Gesundheitsforschung, Gesundheitswirtschaft, Luft- und Raumfahrt, Klima, Umwelt, Nachhaltigkeit, Energieforschung und Energietechnologie (BMBF 2016a: 11f., 19).

Die Finanzierung der vier großen außeruniversitären Dachorganisationen (FhG, HGF, MPG, WGL) und der DFG wird anteilig von Bund und Ländern getragen (Hinze 2016: 414). Ein Vergleich der Ausgaben für FuE der öffentlichen und öffentlich geförderten Einrichtungen für Wissenschaft, Forschung und Entwicklung im Jahr 2016 zeigt die Bedeutung öffentlicher Investitionen in FuE sowie die Förderung außeruniversitärer Forschung: Insgesamt wurden 12,7 Milliarden Euro investiert, davon 4,1 Milliarden Euro in die HGF, 2,1 Milliarden Euro in die FhG, 1,9 Milliarden Euro in die MPG, 1,4 Milliarden Euro in die WGL, 1,3 Milliarden Euro in sonstige öffentlich geförderte Organisationen ohne Erwerbszweck, 1,2 Milliarden Euro in Ressortforschungseinrichtungen, 356 Millionen Euro in wissenschaftliche Museen (ohne Leibniz Gemeinschaft), 209 Millionen Euro in Landes- und kommunale Forschungsanstalten (ohne Leibniz Gemeinschaft) und 88 Millionen Euro in öffentliche und öffentlich geförderte Bibliotheken, Archive und Fachinformationszentren (ohne Leibniz Gemeinschaft) (DESTATIS 2018b). Während die personellen und finanziellen Ressourcen der außeruniversitären Forschungseinrichtungen schneller gewachsen sind als die der Institute an Universitäten (Schimank 1995: 78f.), wenden die Institute erhebliche Mittel für FuE auf.

Durch die Einrichtung der GWK im Jahr 2008 als Ergebnis der in 2006 in Kraft getretenen Föderalismusreform, wurde eine Organisation geschaffen, die der Koordination der Aufgaben von Bund und Ländern sicherstellen soll. Ihre Aufgabe besteht darin, wissenschaftspolitische Fragestellungen zu diskutieren und im Anschluss anstehende Beschlüsse zu fällen (GWK 2007). Als wichtigstes wissenschaftspolitisches Beratungsgremium hat der WR die Aufgabe, Empfehlungen an Bund und Länder auszusprechen, die die übergreifenden und strukturellen Fragen der Wissenschaft und Hochschulen betreffen. Er gibt zudem Stellungnahmen zur aktuellen Lage des Hochschul- und Wissenschaftssystems ab (Hinze 2016: 416).

Innerhalb der Europäischen Union investiert die Bundesrepublik am meisten in FuE. Im Jahr 2016 betrugen die Gesamtausgaben 92,4 Milliarden

Euro.[75] Dies entspricht einem Anteil von 2,9 Prozent des Bruttoinlandsprodukts (OECD.Stat 2018a) – das von der EU gesetzte Ziel von 3 Prozent konnte auch in diesem Jahr nicht erreicht werden, obwohl die Ausgaben für FuE seit Mitte der 1990er Jahre kontinuierlich ansteigen (Abbildung 9; Kapitel 7). Die staatlichen Investitionen betrugen 12,7 Milliarden Euro (14 Prozent), die der Hochschulen 16,6 Milliarden Euro (18 Prozent) und die der Wirtschaft 62,8 Milliarden Euro (68 Prozent) (DESTATIS 2018a). Die staatlichen Aufwendungen für FuE werden in der Regel in Form von Grundmitteln zum Betrieb von Forschungseinrichtungen zur Verfügung gestellt. Die Projektförderung bezieht sich auf die Förderung von Forschungsvorhaben im Rahmen von Förderprogrammen. Durch den stärkeren Anstieg der Drittmittelfinanzierung im Vergleich zur Grundmittelfinanzierung wird die wettbewerbliche Vergabe von Forschungsmitteln in Deutschland forciert. Die Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen treten in einem Wettbewerb um Forschungsmittel (Hinze 2016: 419).

Die zentrale Selbstverwaltungsorganisation der Wissenschaft in Deutschland ist die DFG:

»Die Deutsche Forschungsgemeinschaft dient der Wissenschaft in allen ihren Zweigen durch die finanzielle Unterstützung von Forschungsaufgaben und durch die Förderung der Zusammenarbeit unter den Forscherinnen und Forschern.« (www.dfg.de)

Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, wissenschaftliche Verbände und Akademien sind Mitglieder der DFG. Die zur Förderung von Forschungsvorhaben bereitgestellten Mittel werden anteilig von Bund und Ländern getragen. Zu ihren Aufgaben gehört es, Forschungsideen einzelner Wissenschaftler, aber auch koordinierte Programme (Forschergruppen, Sonderforschungsbereiche, Forschungszentren, Graduiertenkollegs) durch wettbewerbliche Auswahl finanziell zu fördern. Sie hat sich aber auch zum Ziel gesetzt Parlamente, Regierungen und öffentliche Einrichtungen in wissenschaftlichen Fragen zu beraten. Hierzu wurden Ausschüsse und Senatskommissionen gegründet, die Stellung zu Strukturfragen der Wissenschaft und zur verantwortlichen Anwendung wissenschaftlicher Arbeitsergebnisse nehmen. Mit einem Jahresbudget von 2,7 Milliarden Euro unterstützt die DFG alle Disziplinen und Wissenschaftsbereiche (DFG 2015). Sie

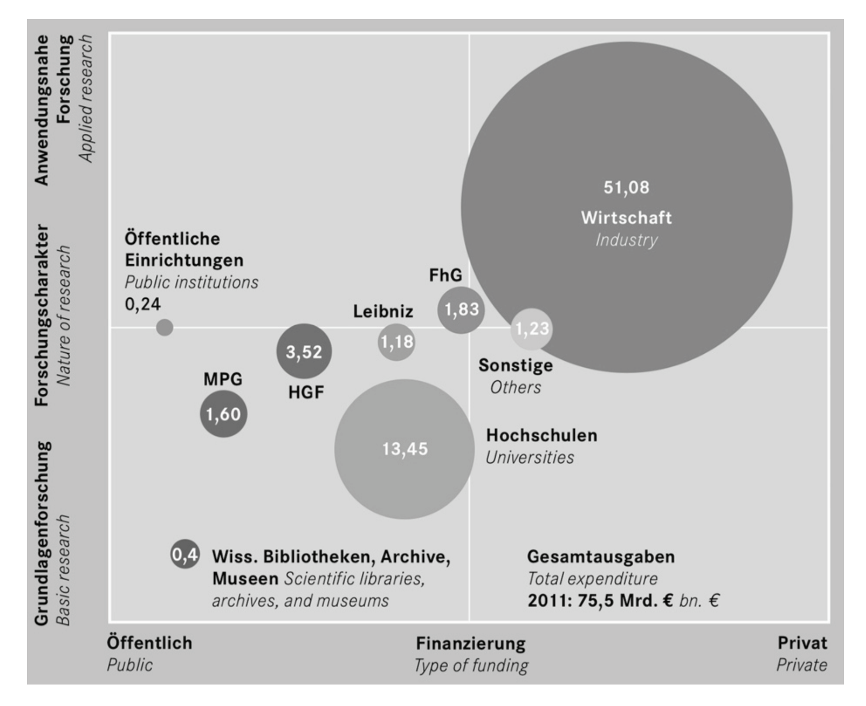
75 Dieser Wert entspricht den Daten der OECD. Das Statistische Bundesamt geht von Gesamtausgaben von 92,2 Milliarden Euro im Jahr 2014 aus. Dies entspricht einer Differenz von 0,2 Milliarden Euro.

ist der wichtigste Drittmittelgeber der Hochschulen mit einem Anteil von 36,1 Prozent im Jahr 2015. Vom Bund erhielten die Hochschulen 23,8 Prozent und von Industrieunternehmen und der Wirtschaft 18,6 Prozent. Von der EU wurden noch einmal 9,6 Prozent und von verschiedenen Stiftungen 6,3 Prozent an Drittmitteln eingeworben (DESTATIS 2017).

Im deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystem sind zudem mehr als 20.000 Stiftungen beheimatet (Bundesverband Deutscher Stiftungen 2014 zitiert nach Hinze 2016: 420). Die Förderung von Forschungsvorhaben an Hochschulen werden zunehmend durch Stiftungen finanziert. Somit leisten sie einen wichtigen Beitrag zur Finanzierung von Projekten für einen begrenzten Zeitraum, häufig als Anstoßfinanzierung (Hinze 2016: 421). Zu den prominentesten Stiftungen, gemessen an ihrem Fördervolumen, gehören die Volkswagenstiftung (150 Millionen Euro pro Jahr), die Bertelsmann Stiftung (72 Millionen Euro pro Jahr), Stiftung Mercator (ca. 60 Millionen Euro pro Jahr), die Baden-Württemberg-Stiftung (30–40 Millionen Euro pro Jahr), die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (seit Gründung im Jahr 1991 insgesamt 1,6 Milliarden Euro), und die Robert Bosch Stiftung (70 Millionen Euro pro Jahr). Durch ihre finanziellen Mittel können zum Teil besondere Forschungsvorhaben gefördert werden, die in »normalen« Ausschreibungen der staatlichen Geldgeber (DFG, BMBF, u.a.) keine Förderchancen haben. Die Volkswagenstiftung fördert beispielsweise mit seinem Programm »Experiment! – Auf der Suche nach gewagten Forschungsideen« in den Natur- Ingenieur- und Lebenswissenschaften gewagte Projekte mit ungewissem Ausgang, die etabliertes Wissen herausfordern, neue Methoden und Technologien anwenden oder eine neue Forschungsrichtung entdecken wollen. Hierzu werden bis zu 100.000 Euro für maximal 18 Monate an Wissenschaftler in Deutschland vergeben.[76]

76 Volkswagenstiftung, Forschungsprogramm »Experiment«, 27.02.2018, https://www.volkswagenstiftung.de/experiment.html?tx_itaofundinginitiative_itaofundinginitiativelist%5Bcontroller %5D=FundingInitiative&cHash=29d4f3d9556a5d7f02d3a438b7a91ac7.

Abbildung 15: Die Forschungslandschaft in Deutschland



Quelle: Bode 2015: 29

Obwohl die Daten in Abbildung 15 zur Forschungslandschaft in nicht mehr aktuell sind,[77] zeigt die Grafik die Verhältnisse der Verteilung des nationalen Forschungsbudgets. Auf der X-Achse wird dargestellt, welcher Art die Finanzierung, von öffentlich bis privat, ist. Auf der Y-Achse wird der Forschungscharakter von Grundlagenforschung bis anwendungsbezogener Forschung abgetragen. Die Größenverhältnisse sind annähernd gleich geblieben. Das nationale Forschungsbudget wird zum Großteil von der Wirtschaft getragen. Die Forschungskapazitäten der Hochschulen sind nur unwesentlich größer, als die der staatlich finanzierten außeruniversitären Forschungsorganisationen, wenn man sie zu einer Gruppe zusammenfasst.

Das deutsche Hochschul- und Wissenschaftssystem zeichnet sich durch einen steigenden Wettbewerb um finanzielle Mittel aus. Zudem setzen politische, finanzielle und rechtliche Maßnahmen von Bund, Ländern und priva-

77 Die aktuellen Daten wurden bereits zu Beginn des Abschnitts berichtet.

ten Akteuren (beispielsweise Stiftungen) neue Steuerungsimpulse (Hinze 2016: 426). Es kommt zu einem Wechsel von einer Inputsteuerung hin zu einer zielgerichteten Outputsteuerung. Die vielfältige förderpolitischen Initiativen tragen zu einer Strukturveränderung bei, die teilweise auch die internen Prozesse in den Forschungseinrichtungen beeinflussen. Ob die zunehmende Dynamisierung und vorangetriebene Steigerung der Leistungsfähigkeit des Wissenschaftssystems durch förderpolitische Maßnahmen zu einer Steigerung der Qualität und Quantität des wissenschaftlichen Outputs führt, kann abschließend erst in einigen Jahren beurteilt werden. In dieser Arbeit wird untersucht, ob die Forschungseinrichtungen selbst – Universitäten und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen – die notwendigen Kapazitäten aufbauen können, um unter den gegebenen Rahmenbedingungen erfolgreiche wissenschaftliche Forschung zu betreiben.

8.5 Wissenschaft als Produktivkraft: Die Organisation der Forschung in der DDR

Seit dem Zweiten Weltkrieg entwickelten sich in Deutschland zwei völlig unabhängig voneinander operierende Hochschul- und Wissenschaftssysteme, die sich in ihrer Größe, Struktur, internationalen Vernetzung und Funktionsweise voneinander unterscheiden (Meske 1994: 6). Obwohl der Fokus dieser Arbeit nicht auf einer detaillierten Analyse der Unterschiede zwischen beiden Systemen liegt, soll das Hochschul- und Wissenschaftssystem der DDR in diesem Abschnitt skizziert werden. Wie im folgenden Kapitel zu zeigen sein wird, hatte die Teilung Deutschlands, einhergehend mit einer Zweiteilung des Hochschul- und Wissenschaftssystems, keinen großen Einfluss auf die Entwicklung der absoluten Publikationszahlen in den STEM+-Fächern im Zeitverlauf. Dennoch können erhebliche Unterschiede im Publikationsverhalten beider Systeme aufgezeigt werden: Das westdeutsche Wissenschaftssystem war wesentlich forschungsstärker als das ostdeutsche und hat folglich eine größere Anzahl an Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften hervorgebracht (Abbildung 16). Nicht nur die Anzahl der Wissenschaftler, sondern auch informelle, finanzielle und andere Mittel bilden die Voraussetzung zur Produktion guter Forschung, die in der DDR stets weniger ausgeprägt waren, als in der BRD (Meske 1993b: 13).

Zwischen Wissenschaft und Staat: Die Rolle der Universitäten

Nach der Wiedervereinigung sollte die Demokratisierung der Hochschulen und Universitäten durch Neugründungen und Strukturumwandlungen vorangetrieben werden, orientiert an westdeutschen Standards. Nur durch eine Durchmischung mit westdeutschem wissenschaftlichen Personal wurde eine Erneuerung und Angliederung des ostdeutschen Hochschulwesens für realistisch gehalten. Hinzu kamen Neugründungen von Fakultäten, eine Umstellung der Fächerstruktur, Neuausschreibungen von Professuren, Befristungen des Mittelbaus und Massenentlassungen aufgrund fehlenden Bedarfs an Mitarbeitern (Meyer 1993: 10f.).

Hochschulen und Universitäten nahmen in der DDR eine etwas andere Rolle ein als in der Bundesrepublik. Sie dienten dem Fortschritt und der ökonomischen Entwicklung, schlussendlich sollten sie dem Sieg des Sozialismus nutzen. Somit waren Wirtschafts- und Hochschulpolitik eng miteinander verbunden. Der Grundgedanke der Universität war aber auch wie in der BRD an Wilhelm von Humboldt angelegt. Allerdings stand diese Ausrichtung der gesellschaftlichen Ordnung gegenüber, die »Wissenschaft als Produktivkraft« (Pasternack/von Wissel 2010: 31) verstand. Dies meint eine funktionalistische Konzeption der Hochschulen, orientiert an einer Verwissenschaftlichung der Ökonomie. Es ging um die Verzahnung von Wissenschaft und politischen und ökonomischen Erfordernissen (Lenhardt/Stock 2000). Das Studium war angelehnt an die Praxis des sozialistischen Aufbaus und die Forschung diente einem gesellschaftlichen Zweck. Dies widerspricht natürlich völlig dem von Humboldt (1809/10) beschriebenen Gedanken der Freiheit von Forschung und Lehre. Die Gründung neuer Hochschulen beschränkte sich fast ausschließlich auf den technischen Bereich – ab den 1950er Jahren wurden elf neue Technische Hochschulen gegründet, die zwei bereits bestehenden wurden weitergeführt.

»Diese abermalige Betonung der technischen Wissenschaften entsprach der ökonomischen Einbettung der DDR-Hochschulpolitik in einen wirtschafts- und innovationspolitischen Gesamtzusammenhang.« (Pasternack/von Wissel 2010: 35)

In den 1960er Jahren wurde die Bildungs- und Forschungspolitik in der DDR an die »wissenschaftlich-technische Revolution« (Anweiler u.a. 1992: 20f. zitiert nach Lengwiler 2010: 19) angelehnt, um mit dem fortschreitenden technologischen Wandel Schritt zu halten. Wirtschaftlich anwendbare Forschungsbereiche sollten gestärkt werden. Hierzu wurde der zum westdeutschen WR äquivalente Forschungsrat gegründet, der die Politik in wissen-

schaftsrelevanten Fragen beraten sollte. Als Gegenpol zur akademisch selbstverwalteten Akademie der Wissenschaften konnte sich der Rat erst in den 1960er Jahren durchsetzen (Kocka 2002). Es kam zu einer Politisierung der Wissenschaft, vor allem in bildungspolitischen Fragen. Ziel war die Heranbildung einer »DDR-loyalen akademischen Elite« (Lengwiler 2010: 19; siehe auch Hornbostel 1999). Anfang der 1970er Jahre wurde deutlich, dass die Forschung innerhalb der DDR nicht mit dem Leistungsniveau der westlichen (Groß-)Forschung mithalten konnte. Dies zeigt sich auch eindrücklich in einem Einbruch der Anzahl der Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften im Jahr 1970 und nur einem langsamen Anstieg mit Stagnation bis zur Wiedervereinigung 1990 (Abbildung 16). Es kam zur Verkleinerung oder gar Aufgabe von Großforschungsprojekten unter der Regierung Erich Honeckers. Der Anschluss an die internationale Forschung konnte nicht mehr gehalten werden (Lengwiler 2010: 23).

Unterschiedliche Phasen der Bildungspolitik

Es kam nicht nur zu einem Absinken der Publikationszahlen, sondern auch der Studierendenzahlen in der DDR in den 1970er Jahren. Sie blieben, entgegen dem Trend steigender Studierendenzahlen weltweit (Schofer/Meyer 2005), bis zur Wiedervereinigung auf niedrigem Niveau stabil (Baker u.a. 2007: 353). Die Bildungspolitik der früheren DDR kann in vier Phasen unterteilt werden (Baker u.a. 2007: 356ff.):

1. *1949–1960*: Hochschulbildung für Arbeiterkinder
2. *1961–1970*: Sozialismus technokratischer Modernisierung
3. *1971–1985*: Der Rückgang der Hochschulbildung
4. *1985–1989*: Aufrechterhaltung eines eingeschränkten Bildungssystems.

In der ersten Phase sollte die bisher vorherrschende elitäre und konservative Bildungspolitik überwunden werden. Arbeiterkinder sollten die Chance zur Hochschulbildung bekommen, obwohl hierunter nicht die vollständige Demokratisierung von Bildung als Bürgerrecht verstanden wurde. Die Anzahl der Studierenden mit Arbeiterhintergrund stieg in den Jahren 1946 bis 1952 von 4 auf 42 Prozent an. 1958 hatten bereits 53 Prozent aller Studierenden einen Arbeiterhintergrund. Um dem Anstieg an Studierenden gerecht zu werden, wurden Technische Hochschulen gegründet, mit einem Schwerpunkt auf Ingenieur- und Agrarwissenschaften, Kunst, Ökonomie, Verwaltungswissenschaften und Lehrerausbildung. Durch das zusätzliche Angebot

von Abend- und Fernlehrgängen für Facharbeiterinnen konnten die Studierendenzahlen mehr als verdreifacht werden. In der zweiten Phase sollte die Hochschulbildung an die Bedürfnisse und der nationalen ökonomischen und technischen Entwicklung angepasst werden. Die dahinter stehende Ideologie war, dass eine Bildungsexpansion notwendig sei, um von der produktiven Revolution zu profitieren, und dass Bildung technisch geplant und zentral kontrolliert werden könne. Durch die fortschreitende technische Entwicklung in der DDR musste das Bildungssystem mehr Arbeiter mit hohen Fähigkeiten und Kenntnissen (Ingenieure, Wissenschaftler und Techniker) hervorbringen. In der dritten Phase, ausgelöst durch einen Regierungswechsel, wurden Universitätsabsolventen als unabhängige und unkontrollierbare Eliten gesehen, deren Autorität sich allein auf technische und wissenschaftliche Expertise und nicht auf zuverlässige revolutionäre Überzeugungen und Verpflichtungen stützt. Aus diesem Grund wurde die Hochschulbildung eingeschränkt – der Fokus lag wieder auf der Ausbildung qualifizierter Arbeiter. Die Studierendenzahlen brachen zwischen den Jahren 1971 und 1973 um rund ein Drittel einer Alterskohorte ein. Die Zulassung zum Universitätsstudium wurde zentral kontrolliert und die benötigte Anzahl an Schuljahren als Zugangsberechtigung wurde erhöht.

Manfred Stock beschreibt in seinem Beitrag, dass die hochschulpolitische Wende der frühen 1970er Jahre nicht auf wirtschaftlich-technische Aspekte zurückgeführt werden kann, sondern machtpolitische Gründe hatte. Somit sei die bildungsökonomische Begründung für den Aus- und Abbau höherer Bildung ein Mythos (Stock 1997: 228). In der vierten Phase, Ende der 1970er Jahre, realisierte die Regierung Honecker eine für sie idealtypische Verteilung an Qualifikationen (12 Prozent einer Kohorte mit Hochschulabschluss, 8 Prozent Fachschulabschluss, 65 Prozent Facharbeiter, 15 Prozent ohne vollständige Ausbildung). Diese Verteilung sollte durch eine strenge Kontrolle des Bildungssystems aufrecht erhalten werden, was zu unerwarteten Problemen für die Regierung führte: Unzufriedenheit von Hochschulabsolventen, die sich inadäquat beschäftigt fühlten sowie zu einem Muster sozialer Reproduktion mit wenigen Aufstiegschancen. Doch durch die zunehmende staatliche Regulierung kam es am Ende zu einer Legitimationskrise der Regierung. Nicht die Technokraten oder die intellektuelle Elite begehrte gegen das Regime auf, sondern die weniger gebildete Arbeiterschaft.

Die Integration der leistungsfähigen ostdeutschen Forschungseinrichtungen nach der Wiedervereinigung

Nach der Wiedervereinigung der DDR und der BRD im Jahr 1990 stiegen die Studierendenzahlen auch in den Bundesländern der ehemaligen DDR. Durch die Dominanz der BRD, auch in Bildungsfragen, wurde das in Westdeutschland etablierte Modell des Gymnasiums als Haupteintrittsbeschränkung zur Hochschulbildung wiederhergestellt (Baker u.a. 2007: 367). Die Entwicklung der Hochschulbildung steht in scharfem Kontrast zum Verlauf in Westdeutschland und den meisten anderen Ländern weltweit (siehe oben). Die Wissenschaft war auf die Unterstützung des politischen Systems und die Förderung der Wirtschaft ausgerichtet. Durch eine hierarchische Gliederung der Organisations- und Leitungsstruktur der Forschung konnten Politik und Wissenschaft in Einklang gebracht werden. Nach der Wiedervereinigung wurde sich zum Ziel gesetzt, den »leistungsfähigen Kern« des ostdeutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems in das gesamtdeutsche System zu integrieren – die Institutionen aus Westdeutschland sollten in Ostdeutschland etabliert werden (Meske 1994: 3; 8). Des Weiteren wurde sich zum Ziel gesetzt, die in der Akademie der Wissenschaften der DDR[78] zusammengefassten Einrichtungen in die gesamtdeutsche Forschungslandschaft zu integrieren sowie die Forschungs- und Entwicklungskapazitäten der Wirtschaft zu erhalten und in kleine und mittlere Unternehmen zu überführen (Meske 1993b). Obwohl bereits Mitte der 1990er Jahre der Transfer weitegehend abgeschlossen war, wies die Forschung in Ostdeutschland quantitative und qualitative Unterschiede im Vergleich zu Westdeutschland auf (Meske 1993a). Eine vollständige Integration beider Systeme konnte nicht erreicht werden (Meske 1994: 8f.).

Die Rolle der Akademie der Wissenschaften der DDR

Zwischen 1991 und 1993 wurde ein fundamentaler Wandel des außeruniversitären staatlichen Sektors herbeigeführt, indem alle ehemaligen Institute der DDR aufgelöst und neue auf Basis der alten Bundesländer geschaffen wurden. Dieser Umbruch führte zu einem absinken des Personals in FuE um mehr als zwei Drittel. Als Ergebnis wurde der Forschungssektor an die BRD

78 Renate Mayntz legte im Jahr 1994 mit ihrem Band *Deutsche Forschung im Einigungsprozeß* eine ausführliche empirische Analyse der Transformation der Akademie der Wissenschaften der DDR 1989 bis 1992 vor. In der Studie wird nicht nur der institutionelle Wandel der Akademie beschrieben, sondern auch auf politische Aushandlungsprozesse eingegangen.

in Bezug auf die Anzahl der Beschäftigten angepasst. Die organisationale Struktur in der ehemaligen DDR wurde völlig verändert. Lediglich in ein paar Fällen wurden Forschergruppen in die neuen Institutionen integriert. Wesentlich häufiger wurden sie aufgesplittert. Der außeruniversitäre Sektor in der DDR bestand hauptsächlich aus den Instituten der Akademie der Wissenschaften, der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften und der Bauakademie. Dieser Bereich war außerdem wesentlich größer als der Hochschulbereich, gemessen am Personal für FuE und war zuständig für die Vorbereitung von Innovationen für die Wirtschaft (Meske 1993b: 37f.). Die neu gebildeten Institute setzten sich aus Wissenschaftlern der alten Akademie der Wissenschaften der DDR, der Industrie und anderen Hochschulbildungseinrichtungen zusammen. Auch die Organisationsformen unterscheiden sich in ihrer Struktur deutlich von denen Westdeutschlands. Am Beispiel des Zentralinstituts für Elektronenphysik Berlin zeigt Werner Meske (1994: 11f.) sehr detailliert, wie die Reorganisation des Instituts aus der Akademie der Wissenschaften der DDR heraus vonstatten ging. Fast 50 Prozent aller Beschäftigten der ehemaligen Akademieinstitute wurden in Einrichtungen der »Blauen Liste« (Abschnitt 8.2.3) zugeordnet.[79] Im Gegensatz zu Westdeutschland wurden relativ wenige Einrichtungen in die MPG oder die Großforschungseinrichtungen (HGF) eingegliedert. Als Grund dafür wird eine fehlende inhaltliche »Passung« der Akademieinstitute in die vorhandenen Strukturen der BRD angeführt (Meske 1993b: 21).

Durch den Zusammenbruch der ostdeutschen Wirtschaft im Jahr 1990 kam es auch zu starken Kürzungen im Bereich des Personals für FuE in der Industrie. Verstärkt wurde der Effekt durch die Einführung der westdeutschen Währung. Durch die Umstrukturierung der Staatskonzerne (Volkseigene Betriebe) zu eigenständigen, mittleren und kleinen Unternehmen kam es zu einer weiteren Verringerung des wissenschaftlichen Personals. Die Forschung in den Betrieben bestand hauptsächlich aus Entwicklung. Daraus ergibt sich, dass es aufgrund fehlender Verträge mit der Industrie im akademischen Sektor eine Tendenz zur Grundlagenforschung gab. Die Verbindung zwischen akademischer Grundlagenforschung und praktischer Anwendung der Ergebnisse in der Wirtschaft und Industrie wurde besonders von der Akademie der Wissenschaften der DDR vorangetrieben (Meske 1993a). Durch staatlich verordnete Auftragsforschung innerhalb der Akade-

79 Eine ausführliche Beschreibung der Integration neugegründeter Institute der »Blauen Liste« und ihrer Integration in die gesamtdeutsche Wissenschaftslandschaft kann dem Beitrag von Jochen Gläser u.a. (1997) entnommen werden.

mie, besonders in den Bereichen Industrie, Elektrotechnik und Maschinenbau, konnte das FuE Personal innerhalb der Betriebe eingespart werden (Meske 1993b: 38).

Nach der ausführlichen Beschreibung der wichtigsten Organisationsformen des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems, seiner zu Grunde liegenden Finanzierungslogik und der Abgrenzung des westdeutschen Systems universitätsbasierter Forschung vom Akademiemodell Ostdeutschlands folgt im nächsten Kapitel die empirische Auswertung der Daten.

9. Das Zusammenspiel der Organisationsformen der Wissenschaft in Deutschland von 1900 bis 2010

Nachdem in Kapitel 7 die Makroebene wissenschaftlicher Produktivität weltweit und im europäischen Vergleich im Zeitraum von 1900 bis 2010 untersucht wurde, folgt in diesem Kapitel eine tiefergehende Analyse auf der Mesoebene unterschiedlicher Organisationsformen und der führenden Einzelorganisationen in Deutschland. Bevor allerdings die historische und institutionelle Entwicklung der Produktion wissenschaftlichen Wissens präsentiert werden kann, erfolgt eine Überprüfung der bereits aufgestellten These, dass das Wachstum wissenschaftlicher Produktivität exponentiell verläuft, auch für das deutsche Hochschul- und Wissenschaftssystem (Abschnitt 9.1).

Hierbei wird ein Schwerpunkt auf Pfadabhängigkeiten und die im theoretischen Teil der Arbeit (Abschnitt 4.2.2) beschriebenen *critical junctures* gelegt, die einen Einfluss auf die Entwicklung wissenschaftlicher Produktivität haben. Im Zeitverlauf liegt in dieser Arbeit ein besonderer Schwerpunkt auf dem Zeitraum von 1949 bis 1990, der Zeit des geteilten Deutschlands. In dem Abschnitt soll die Forschungsfrage beantwortet werden, wie sich die wissenschaftliche Produktivität im Zeitraum von 1900 bis 2010 entwickelt hat. Nach dieser Analyse dringt die Arbeit zu ihrem Kernthema, den Organisationsformen und Einzelorganisationen, vor.

Die Analyse auf der Mesoebene erfolgt anhand der Dimensionen Expansion und Vielfalt. Expansion beschreibt hier die Entwicklung der Anteile einzelner Organisationsformen an der wissenschaftlichen Produktivität im Zeitraum von 1900 bis 2010. Um die Vielfalt zu beschreiben, gilt es zunächst zu klären, welche Organisationsformen zu den wichtigsten gehören und was diese zur Produktion der Wissenschaft in Form von publizierten Zeitschriftenartikeln beitragen. In einem ersten Schritt werden die »klassischen« Organisationsformen unter die Lupe genommen (Abschnitt 9.2). Es soll die Frage beantwortet werden: Unter allen Wissenschaft produzierenden Organisationsformen, was tragen die »klassischen« Formen zur wissenschaftlichen Produktivität bei? Der Fokus liegt auf einer Gegenüberstellung des Anteils

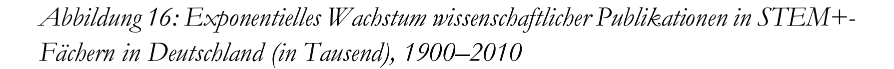
wissenschaftlicher Produktivität der Universitäten und aller anderen Organisationsformen. In einem zweiten Schritt erfolgt dann eine feinere Analyse der bereits in Abschnitt 9.2 angelegten Untersuchung. Die bisher nicht betrachteten »Nicht-Universitäten« werden aufgeschlüsselt. Eine Identifikation der (wichtigsten) Organisationsformen, die einen Beitrag zur Produktion wissenschaftlichen Wissens leisten, bildet das Herzstück des Abschnitts. Diese Analyse wird in historischer Reihenfolge durchgeführt, um Veränderungen aufzeigen zu können. Hierzu werden die Daten in 10-Jahres-Schritten ausgewertet (Abschnitt 9.3). Um die Frage zu beantworten, welche Organisationsformen die besten Bedingungen für wissenschaftliche Produktivität bereit stellen, werden zunächst die theoretisch hergeleiteten und aus dem empirischen Material gewonnenen Organisationsformen vorgestellt und weiterführend empirisch untersucht.

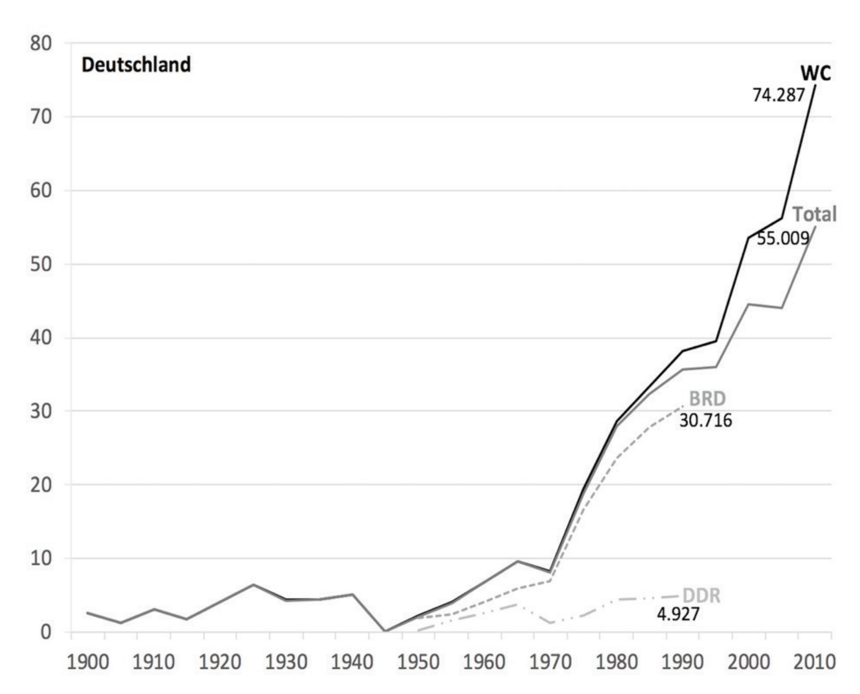
Die Einordnung der Ergebnisse erfolgt auf Basis des theoretischen Hintergrunds dieser Arbeit (Kapitel 4). Hierbei wird nicht nur der neoinstitutionelle Ansatz berücksichtigt. Es werden auch die Konzepte, die die Transformation der Wissenschaft beschreiben (*Mode 1* versus *Mode 2*) und das Triple-Helix Modell zur Beschreibung der Beziehung zwischen Universitäten, Industrie und Staat herangezogen.

Abschnitt 9.4 führt die Analyse auf der Mesoebene noch einen Schritt weiter und identifiziert ausgehend von der präsentierten organisationalen Vielfalt die zehn wichtigsten Wissenschaftsproduzenten in Deutschland. Dieser Abschnitt dient der Beantwortung der Forschungsfrage welche Einzelorganisationen zu den forschungsstärksten in Deutschland im Jahr 2010 gehören. Ein Vergleich über einen längeren Zeitraum ist nicht Gegenstand dieser Arbeit, aber eine lohnenswerte zukünftige Forschungsaufgabe.

9.1 Das Wachstum wissenschaftlicher Publikationen in Deutschland

Ein Vergleich des Musters der Entwicklungsgeschichte wissenschaftlicher Publikationen weltweit (Abbildung 10) und in Europa (Tabellen A4; A5, im Anhang) mit den Publikationsdaten aus dem deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystem (Abbildung 16) bestätigt das im Projektkontext gefundene wiederkehrende Muster, wenn auch im wesentlich kleineren Maßstab.


Abbildung 16: Exponentielles Wachstum wissenschaftlicher Publikationen in STEM+-Fächern in Deutschland (in Tausend), 1900–2010



Anmerkung: Die graue, durchgezogene Linie repräsentiert die tatsächliche Anzahl an Publikationen (*totals*). Die schwarze, durchgezogene Linie die Anzahl an Publikationen im WC. Die Linie BRD zeigt die Anzahl an Publikationen (*totals*) in der BRD (1950–1990). Die Linie DDR zeigt die Anzahl an Publikationen (*totals*) in der DDR (1950–1990). Die Angaben für die Anzahl der Publikationen im WC können Abbildung A5 im Anhang entnommen werden.

Quelle: SPHERE Projektdatenbank (Rohdaten; Thomson Reuters WoS SCIE), eigene Berechnung

Die in Abbildung 11 präsentierten Phasen wissenschaftlicher Produktivität gelten nicht nur für die weltweite Entwicklung, sondern auch für Deutschland. Die erste Phase von 1900 bis 1945 zeigt zwar einen geringen Anstieg an Zeitschriftenartikeln, dennoch verläuft die Kurve flach, auf niedrigem Niveau. Die Konsolidierungsphase zum Ende beziehungsweise nach Beendigung des Zweiten Weltkriegs führte erstmals zu einem etwas stärkeren wissenschaftlichen Wachstum. Phase drei, beginnend in den 1960er Jahren, mit Einsetzen der Hochschulexpansion, Massifizierung der Hochschulbildung, vielen Universitätsneugründungen (Abbildung A3, im Anhang) und dem Beginn des Zeitalters der *Big Science* in Deutschland (Ritter 1994; siehe auch

Abschnitt 2.4), markiert den Anfang eines immer schneller werdenden Wachstums wissenschaftlicher Produktivität in Form von Publikationen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften. Die vierte Phase ab 1995 nach der Wiedervereinigung und zu Beginn des Bologna-Prozesses und der Implementation der »Exzellenzinitiative« sowie des »Paktes für Forschung und Innovation« in Deutschland hat noch einmal zu einem Anstieg der Publikationen in den STEM+-Fächern geführt.

Wie auch schon in Kapitel 7 bei der Beschreibung des weltweiten Wachstums der Wissenschaft ist ab Mitte der 1980er Jahre eine Diskrepanz der Daten bei einer unterschiedlichen Zählweise der Publikationen feststellbar. Diese ist auf die steigende Anzahl nationaler und internationaler wissenschaftlicher Zusammenarbeit (Kapitel 10) zurückzuführen. Um die tatsächliche Anzahl der publizierten Zeitschriftenartikel (*totals*) in Deutschland zu präsentieren, wird jeder Zeitschriftenartikel pro Jahrgang nur einmal gezählt, unabhängig von der Anzahl der mitwirkenden Autoren oder ihrer Organisationszugehörigkeit.[80] Ziel dieses Abschnittes ist es, die absoluten Publikationszahlen wissenschaftlichen Wachstums im Zeitverlauf zu betrachten und *critical junctures* zu identifizieren, die einen Einfluss auf den Verlauf der Wachstumskurve hatten.

In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts verläuft die Kurve der Publikationen in den STEM+-Fächern flach mit kleineren Schwankungen. Im Jahr 1900 wurden im Deutschen Kaiserreich 2.522 Zeitschriftenartikel veröffentlicht, die im SCIE gelistet sind. Vor Ausbruch des Ersten Weltkriegs, im Jahr 1910, publizierten Forscher in Deutschland 3.079 Artikel. Diese Zahl halbierte sich im Jahr 1915 fast auf 1.709 Zeitschriftenartikel. Vergleichbar mit der weltweiten Entwicklung hatte auch der Ausbruch des Ersten Weltkriegs nur einen kurzfristigen negativen Einfluss auf das Publikationsverhalten. Nach Beendigung der Krise stabilisierte sich das Hochschul- und Wissenschaftssystem rasch. 1920 wurden bereits wieder 4.020 Veröffentlichungen gezählt. Dies entspricht ungefähr einem Anstieg um knapp 135 Prozent des wissenschaftlichen Wachstums innerhalb von fünf Jahren. In dieses Jahr fiel auch die Gründung der Notgemeinschaft Deutscher Wissenschaft, um die ansteigenden Kosten für die Forschung zu decken. Nach Erreichen eines vorläufigen Spitzenwerts im Jahr 1925 (6.399 Artikel) blieben die Werte bis zum Ausbruch des Zweiten Weltkriegs im Jahr 1939 weitestgehend stabil. Während des Krieges kam das deutsche Hochschul- und Wissenschaftssys-

80 Die Präsentation der Anzahl der weltweiten Publikationen für beide Zählweisen erfolgt in Tabelle A4 im Anhang.

tem vollständig zum erliegen. Die im Kriegsjahr 1940 veröffentlichten 5.132 Zeitschriftenartikel können wahrscheinlich weitestgehend der während des Krieges weiterlaufenden Rüstungsforschung zugeschrieben werden.[81] 1945 wurde in Deutschland kein einziger Artikel in Zeitschriften in den STEM+-Fächern veröffentlicht.

Nach Beendigung des Krieges, zur Zeit des besetzten Deutschlands, wurde der Forschungsbetrieb in Universitäten, außeruniversitären Forschungsinstituten und der Industrie langsam wieder aufgenommen. 1950 wurden 2.125 Artikel veröffentlicht – die Prognose, dass die Produktion wissenschaftlichen Wissens nach Beendigung einer Krise direkt dort einsetzt, wo sie vor Beginn der Krise aufgehört hat, kann für diesen Zeitraum nicht aufrecht gehalten werden. In den Jahren 1949 bis 1990 war Deutschland in die BRD und die DDR zweigeteilt. Die Teilung des Landes hatte zunächst keinen Einfluss auf die Entwicklung der absoluten Publikationszahlen. Einschränkend muss allerdings festgehalten werden, dass die Bundesrepublik während dieser Zeit wesentlich forschungsstärker war, als die DDR (Abbildung 16).[82] In den Jahren von 1955 auf 1965 (9.560), der Zeit der einsetzenden Hochschulexpansion, haben sich die Publikationszahlen in den STEM+-Fächern verdoppelt. Es handelt sich hierbei aber nicht um ein reines Wachstum, sondern um ein Wachstum des gesamten Systems, da sowohl die Studierendenzahlen als auch die Anzahl der Wissenschaftler zu dieser Zeit stiegen (Kapitel 3 und Abschnitt 7.1.4). 1970 kam es zu einem leichten absinken der absoluten Publikationszahlen in Gesamtdeutschland. Dieser Knick ist dadurch zu erklären, dass zwar weiterhin die Publikationszahlen in der BRD anstiegen, es in der DDR aber zu einem starken Abfall der Publikationszahlen von 3.681 im Jahr 1965 auf 1.155 im Jahr 1970 kam – der Rückgang der Zahlen in der DDR fiel wesentlich dramatischer aus, als der Anstieg in der BRD. Ein Vergleich des Verlaufs beider Kurven zeigt eindrücklich, dass die Wachstumsraten in der DDR relativ stabil geblieben sind, die Kurve verläuft flach. Der Großteil des gesamtdeutschen wissenschaftlichen Wachstums kann der Produktivität der Wissenschaftler in der BRD zugeschrieben werden (Abbildungen 16). Dies liegt darin begründet, dass die Vorausset-

81 Eine detaillierte Untersuchung, welche Organisationsformen in Deutschland im Zeitverlauf Forschung produziert und somit Zeitschriftenartikel veröffentlicht haben, erfolgt im sich anschließenden Abschnitt 9.3 »Mehr als nur Universitäten und Forschungsinstitute: Das organisationale Feld der Wissenschaft.«

82 Im Anhang befindet sich Abbildung A5, die die Kurven für die Entwicklung der Publikationszahlen in Ost- und Westdeutschland nach der WC Zählweise zeigt.

zungen zur Produktion guter Forschung in Westdeutschland wesentlich ausgeprägter waren als in Ostdeutschland. Die Anzahl der Wissenschaftler und auch die Investitionen in FuE fielen im Osten wesentlich geringer aus als im Westen (siehe Meske 1993b: 13 in Abschnitt 8.5). Die Gründung des Forschungsrates der DDR in den 1960er Jahren verlieh der wissenschaftlichen Produktivität zunächst einen kleinen Aufschwung, bevor es zum Ende der 1960er Jahre zu einem Einbruch der Publikationszahlen nach dem Regierungswechsel und einer Veränderung der Wissenschaftspolitik, einhergehend mit einer Aufgabe von den in den STEM+-Fächern wichtigen Großforschungsprojekten und einer Einschränkung der Hochschulbildung. Durch diese Beschränkung fehlte natürlich auch der für die Produktion wissenschaftlichen Wissens verantwortliche Nachwuchs an Wissenschaftlern. Aus den niedrigen Publikationszahlen in der DDR kann auch abgeleitet werden, dass ihre zentrale Organisation der Wissenschaft, die Akademie, keine Strukturen bereitgestellt hat, die gute Bedingungen für wissenschaftliche Forschung ermöglichte, obwohl sie wesentlich besser mit Personal und Geldmitteln ausgestattet war als die Universitäten.

Bis zur Wiedervereinigung konnten die von de Solla Price prognostizierte Verdoppelungsraten wissenschaftlicher Publikationen innerhalb von zehn Jahren nicht erreicht werden. Zwar kam es im Zeitverlauf nicht durchgängig zu einer Verdoppelung der Publikationszahlen, allerdings hat sich die Zahl der veröffentlichten Artikel vom Jahr 1970 auf 1980 um mehr als verdreifacht. Im Jahr 1990 wurden in Deutschland insgesamt 35.643 Publikationen in Zeitschriften des SCIE veröffentlicht.[83]

Die nach dieser Zeit stattfindende Harmonisierung des westdeutschen Universitätssystems und des auf Akademien aufbauenden ostdeutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems hat zu einer spürbaren Verlangsamung des Wachstums geführt. Von 1990 auf 1995 kam es lediglich zu einer Steigerung von 431 Forschungsartikeln auf insgesamt 36.074. Vor der Einführung des Bologna-Prozesses im Jahr 1999 und einer stattfindenden Stabilisierung des Gesamtsystems in Deutschland konnten wieder mehr Forschungsergebnisse in Zeitschriftenartikeln publiziert werden. Im Jahr 2000 wurden 44.605 Artikel publiziert, was einer Steigerungsrate von 24 Prozent innerhalb von fünf Jahren entspricht. Die Auslobung der ersten Runde der

83 Die Charakterisierung des Hochschul- und Wissenschaftssystems der DDR kann in Abschnitt 8.5 nachgelesen werden. Dort wird auch auf die Harmonisierung beider Systeme und den damit verbundenen Schwierigkeiten eingegangen.

»Exzellenzinitiative«[84] in Deutschland und der daraus folgende Druck auf die Universitäten und die in ihnen beschäftigten Mitarbeiter sich mit Forschungsanträgen auf die von Bund und Ländern bereit gestellten Mittel in Höhe von 1,9 Milliarden Euro zu bewerben, hat teilweise dazu geführt, dass nicht mehr genügend Zeit zum Verfassen von Artikeln zur Verfügung stand, obwohl paradoxerweise die Publikationsleistungen ein Kriterium zur Vergabe der Fördermittel waren (Kehm/Pasternack 2010). Mittlerweile ist die DFG dazu übergegangen Antragsteller nach ihren fünf »besten« Publikationen zu fragen und nicht mehr nach einer vollständigen Liste aller. Folglich wurden im Jahr 2005 nur 43.974 Artikel in den STEM+-Fächern publiziert – dies entspricht einem Absinken der Publikationsleistung um 1,4 Prozent im Vergleich zum Jahr 2000. Im letzten in dieser Arbeit betrachteten Jahr 2010 wuchs die Anzahl der Publikationen auf insgesamt 55.009 Artikel an.

Als Ergebnis des Abschnitts wird festgehalten, dass das Wachstum wissenschaftlicher Publikationen in den STEM+-Fächern in Deutschland exponentiell verläuft. Die Kurve ist vergleichbar mit der weltweiten und europäischen Entwicklung. Zwar hatten sowohl politische, wirtschaftliche und technologische Ereignisse als auch Ereignisse innerhalb der Wissenschaft einen Einfluss auf die wissenschaftliche Produktivität, allerdings konnten diese das Wachstum der Publikationen nicht nachhaltig abbremsen.

Bei dieser ersten Betrachtung wurde noch keine Unterscheidung zwischen den Anteilen einzelner Organisationsformen zur Produktion wissenschaftlichen Wissens getroffen. Ziel des folgenden Abschnitts ist es, einen ersten Einblick in die Verteilung der Publikationen auf die klassischen Organisationsformen der Wissenschaft in Deutschland zu gewinnen.

---

84 Die Arbeitsgruppe Exzellenzinitiative der BBAW hat sich ausführlich mit den Fragen der Förderpolitik und ihren intendierten und nicht intendierten Effekten auf das deutsche Hochschul- und Wissenschaftssystem beschäftigt. Ihre Ergebnisse können in dem 2010 erschienenen Herausgeberband von Stephan Leibfried *Die Exzellenzinitiative. Zwischenbilanz und Perspektiven* nachgeschlagen werden.

9.2 Die klassischen Organisationen wissenschaftlicher Produktivität im Vergleich

Wie bereits mehrfach in dieser Arbeit angesprochen, gehören die Universitäten mit Promotionsrecht und die außeruniversitären Forschungsinstitute zu den klassischen und wichtigsten Institutionen des deutschen, aber auch weltweiter Hochschul- und Wissenschaftssysteme (Kapitel 8). Die ältesten Universitäten wurden in Europa bereits im 12. Jahrhundert gegründet, obwohl die Etablierung moderner Forschungsuniversitäten, wie wir sie heute kennen, erst im Verlauf des 19. Jahrhunderts voranschritt. Zudem sind mit den Instituten der MPG in Deutschland und denen des CNRS in Frankreich zwei führende Dachorganisationen außeruniversitärer Forschungsinstitute in Europa beheimatet (Abschnitt 7.2.2). Ein Großteil der Ausgaben für FuE wird in diese auf Erkenntnisgewinn spezialisierten Institutionen investiert. Im theoretischen Teil dieser Arbeit (Abschnitt 4.1) wurde ausgeführt, dass es sich bei Universitäten um Organisationen handelt, die in einem höchst institutionalisierten Kontext ihre einmal erschaffenen Strukturen zur Erzielung von Legitimität und zur Sicherung ihres Weiterbestehens aufrechterhalten (Meyer/Rowan 1991 [1977]: 4; 57ff.). Auf Ebene ihrer Formalstruktur zeigen sie sich zwar veränderungsbereit, auf Ebene ihrer Aktivitätsstruktur bleiben sie allerdings stabil und resistent gegenüber Veränderungen (Hasse/Krücken 2005: 27f.). Aus dieser Überlegung wird abgeleitet, dass sich der Anteil universitärer Publikationen im Zeitverlauf nicht verändert hat und durchgängig stabil geblieben ist.

Als gegensätzliche These lässt sich formulieren, dass die Betonung des »Humboldtschen« Modells universitätsbasierter Forschung (Humboldt 1809) als eines der weltweit einflussreichsten Konzepte zur Einrichtung der Hochschulbildung und der Wissenschaft sowie die Überlegung, dass Universitäten zusammen mit den außeruniversitären Forschungseinrichtungen die zentralen Einrichtungen zur Produktion wissenschaftlicher Forschung sind. Das wirft die Frage auf, ob sich das Kräfteverhältnis zwischen den Organisationsformen im Zeitverlauf verändert hat. Durch den steigenden Druck auf die Universitäten durch die Etablierung von Fachhochschulen und außeruniversitären Forschungsinstituten kam es zu einer Veränderung des organisationalen Feldes der Wissenschaft. Es ist zu vermuten, dass die Universitäten ihr Monopol zur Produktion wissenschaftlichen Wissens in Form von Zeitschriftenartikeln verloren haben. Die Wissenschaft als Institution löst sich aus ihren Grenzen heraus und muss sich neu zwischen Grundlagenfor-

schung, praxis- und anwendungsorientierter Forschung sowie anwendungsorientierter Industrieforschung und Entwicklung positionieren.

Letztgenanntes zielt auf den seit den 1990er Jahren innerhalb der Wissenschaftsforschung diskutierten einsetzenden Wandel der Wissensproduktion, einhergehend mit der Herausbildung neuer Organisationsformen der Wissenschaft und einer Veränderung der Wege der Produktion wissenschaftlichen Wissens (siehe ausführlich Abschnitt 4.3) ab. Es drängt sich die Frage auf, ob die Universitäten immer noch die führenden Produzenten wissenschaftlichen Wissens sind und was die »klassischen« Organisationsformen zur wissenschaftlichen Produktivität beitragen? Terry Shinn (1999: 149f.) beschreibt, dass eine Veränderung der Organisation der Wissenschaft nicht notgedrungen zur Herausbildung neuer Organisationsformen führt, sondern dass der historische und gesellschaftliche Rahmen (Pestre 2003: 246f.) berücksichtigt werden muss. Aufbauend auf die zentrale These der *Mode 2* Wissenschaft, dass die Universitäten ihr Monopol zur Wissensproduktion verlieren (Nowotny u.a. 2003: 186ff.), müsste es im Zeitverlauf zu einem Absinken des Anteils wissenschaftlicher Produktivität der Universitäten kommen. Dieser These stehen folgende Argumente entgegen:

Erstens beschreibt *Mode 1* Wissenschaft die traditionelle akademische, disziplinär ausgerichtete und autonome Form der Wissensproduktion. Als zentrale Institution moderner Gesellschaften war und ist die Forschungsuniversität, inklusive ihrer Weiterentwicklung zur *super research university* (Baker 2008), die treibende Kraft zur Produktion wissenschaftlichen Wissens weltweit. Obwohl Wissenschaft in unterschiedlichsten organisationalen Settings produziert wird, folgen die Universitäten weiterhin ihrer Orientierung an Grundlagenforschung. Diese spezielle Form der Forschung erfolgt losgelöst von äußeren Zwängen, beispielsweise durch den Staat oder die Wirtschaft und leitet sich aus dem Interesse am Gegenstand ab. Sie folgt keinen ökonomischen Interessen und ist nicht in erster Linie an die Verwertung des erzeugten Wissens gebunden, sondern dient dem Erkenntnisgewinn. Forschung dieser Art soll der wissenschaftlichen Gemeinschaft vollumfassend zugänglich gemacht werden. In den STEM+-Fächern erfolgt die Verbreitung wissenschaftlicher Erkenntnisse fast ausschließlich in Form von Artikeln in wissenschaftlichen Zeitschriften, die einem Peer-Review-Verfahren unterliegen. Wissensproduktion in Industrieunternehmen dient einem anderen Zweck (Abschnitt 9.3.1) und wird eher innerhalb des Unternehmens genutzt oder in Form von Patenten geschützt und nicht in Zeitschriftenartikeln veröffentlicht. Zudem dient eine wissenschaftliche Publikation dem

einzelnen Wissenschaftler als Reputation innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft zur Anerkennung seiner Leistung.

Zweitens ersetzt *Mode 2* die *Mode 1* Wissenschaft nicht. Beide Modelle existieren gleichberechtigt nebeneinander. Allerdings findet die Produktion wissenschaftlichen Wissens nicht mehr ausschließlich innerhalb von Universitäten statt, sondern in einem immer größer werdenden organisationalen Setting (Abschnitt 4.3). Eine Beschränkung auf die klassischen Organisationsformen der Wissenschaft (Universitäten und Forschungsinstitute) kann nicht länger aufrecht erhalten werden. Trotzdem dient die empirische Überprüfung, unter der Prämisse einer vorläufigen Unterscheidung zwischen Universitäten und Nicht-Universitäten, als Vorbereitung auf eine detaillierte Untersuchung des organisationalen Feldes der Wissenschaft.

Die empirische Umsetzung der Analyse der Verteilung von Universitäten und Nicht-Universitäten

Um die angestellten theoretischen Überlegungen anhand des vorliegenden Datenmaterials empirisch zu prüfen, wurde folgendes Vorgehen gewählt:

Es wurden die Rohdaten des für diese Arbeit zur Verfügung stehenden Datensatzes von 1975 bis 2010 verwendet und nicht wie in den folgenden Abschnitten die bereits bereinigten und nachkodierten Daten über den gesamten zur Verfügung stehenden Zeitraum. Diese Entscheidung wurde von der Überlegung geleitet, einen Überblick über die im Datensatz vorhandenen Organisationen zu bekommen, bevor mit der eigentlichen Kodierung der Variablen »Organisationsform« begonnen werden kann. Es handelt sich also um eine der ersten Analysen, die im Rahmen dieser Dissertation erstellt wurden. Um die Universitäten von den anderen Organisationen zu trennen, wurde die Variable »Organisation« (Abschnitt 6.6) in eine binäre Variable umgewandelt, die zwischen Universitäten und allen anderen Organisationen (im Folgenden als »Nicht-Universitäten« bezeichnet) unterscheidet (Abbildung 17). Um den Universitäten zugeordnet werden zu können, musste der Name der Organisation in den Rohdaten an einer beliebigen Stelle die Bezeichnung »univ« = *university* (Englisch = Universität) enthalten. Durch den angewandten Filter kann nicht vollständig gewährleistet werden, dass alle im Datensatz vorhandenen Universitäten erfasst wurden, da die Bereinigung ihrer Bezeichnung erst in einem weiteren Schritt erfolgte. Nach einer ersten Sichtung und Überprüfung der Rohdaten mit Hilfe von Excel-Tabellen konnte sichergestellt werden, dass die meisten Universitäten in ihrer Organi-

sationsbezeichnung »univ« enthalten. Das gilt auch, wenn die Organisation in ihrer deutschen oder in ihrer englischen Schreibweise in den Rohdaten von TR bereitgestellt wurde. Zu den am häufigsten vorkommenden Kombinationen gehören »univ [Name der Stadt]«, »university [Name der Stadt]«, »Universität [Name der Stadt]«, »Technische Universität [Name der Stadt]« oder »technical university [Name der Stadt]«.[85] Umgekehrt wurden beispielsweise die RWTH Aachen oder die Humboldt Universität zu Berlin in ihrer Schreibweise »hu berlin« und die Freie Universität Berlin in ihrer Bezeichnung als »FU Berlin« bei dieser Analyse nicht erfasst. Allerdings fließen sie in die Untersuchung mit ein, wenn sie als »humboldt university berlin« oder »free university berlin« bezeichnet wurden. Durch die im Projektkontext angewandte englische Sprache wurde sich darauf geeinigt, die Kodierung der Daten auch in Englisch vorzunehmen. Hieraus ergibt sich eine weitere Schwierigkeit. Die im Englischen als *universities of applied sciences* bezeichneten Fachhochschulen fließen fälschlicherweise in die Gruppe der Universitäten mit ein, da sie in ihrem Namen ebenfalls das Kürzel »univ« enthalten. Allerdings stellt dies kein großes Problem dar, da im nächsten Abschnitt gezeigt werden kann, dass der Anteil der Fachhochschulen an der Produktion wissenschaftlichen Wissens in Form von Zeitschriftenartikeln in den STEM+-Fächern sehr gering ist. Die eben vorgenommene Beschreibung der Schwierigkeiten bei der Nutzung der Rohdaten betont noch einmal die Wichtigkeit der sorgfältigen Aufbereitung der Daten durch zusätzliche händische Kodierung und Bereinigung. Allerdings liefert die erste Auswertung der Rohdaten einen sehr guten Anhaltspunkt zum Inhalt des Datensatzes. Eine genaue Analyse aller Organisationsformen nach Abschluss der zusätzlichen Bearbeitung erfolgt im sich anschließenden Abschnitt 9.3.

Universitäten als treibende Kraft wissenschaftlicher Produktivität im Zeitverlauf

Ein erster Vergleich der wissenschaftlichen Produktivität von Universitäten und Nicht-Universitäten von 1975 bis 2010 zeigt ein sehr stabiles Muster im Zeitverlauf. Die fehlende Veränderungsbereitschaft der Universitäten und ihre Beständigkeit gegenüber äußeren Einflüssen wird durch ihren konstant gleich bleibenden Beitrag zur wissenschaftlichen Produktivität bestätigt. Wenn auch nur mit durchschnittlich 60,1 Prozent verteidigen die Universitä-

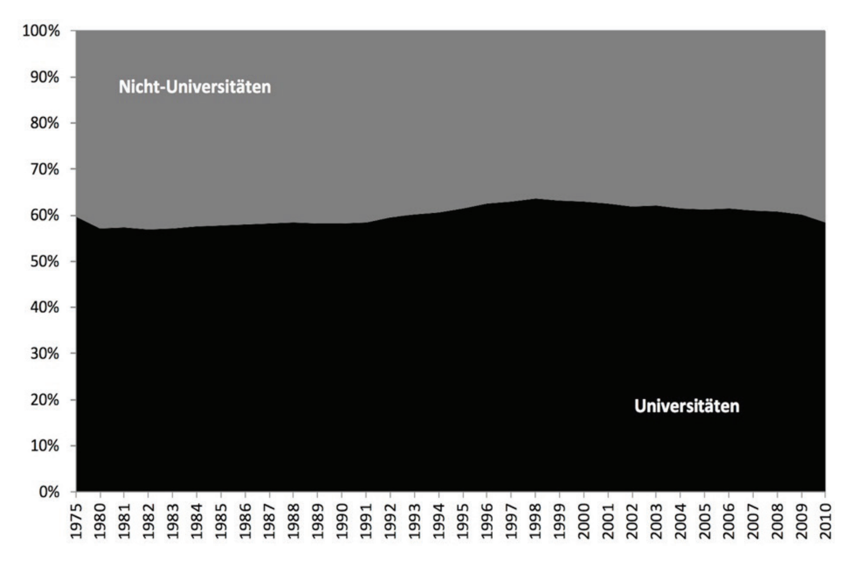
85 Da die Statistikanalysesoftware Stata13 fehleranfällig auf Groß- und Kleinschreibung reagiert, wurden in einem vorangehenden Schritt alle Buchstaben in Kleinbuchstaben umgewandelt.

ten ihr Monopol zur Produktion wissenschaftlichen Wissens gegenüber anderen Organisationen und Organisationsformen der Wissenschaft. Die These, dass es im Zeitverlauf zu einem Absinken des prozentualen Anteils der Universitäten kommen muss, kann für den untersuchten Zeitraum von 1975 bis 2010 nicht bestätigt werden. Obwohl die Richtigkeit der nachfolgenden These nicht empirisch überprüft wurde, wird davon ausgegangen, dass es sich tatsächlich sogar um einen Anstieg wissenschaftlicher Produktivität der Universitäten im Zeitverlauf handelt. Unter Berücksichtigung einer Verschiebung der zur Verfügung stehenden finanziellen Mittel für FuE, zugunsten der außeruniversitären Forschungsinstitute, haben die Universitäten im Zeitverlauf mit weniger Forschungsgeldern immer mehr wissenschaftliche Zeitschriftenartikel publiziert.

Der Anteil der Nicht-Universitäten liegt im Durchschnitt bei 39,9 Prozent. Ein marginaler Anstieg des Anteils der Universitäten ist bis zum Jahr 1998 zu verzeichnen, wo sie einen prozentualen Anteil von 63,73 erreichen. Danach produzieren sie im Zeitverlauf etwas weniger Zeitschriftenartikel als die Nicht-Universitäten. Im letzten untersuchten Jahrgang 2010 produzieren Universitäten 58,51 Prozent aller Zeitschriftenartikel, die Nicht-Universitäten 41,49 Prozent – somit fallen sie erstmals unter den berechneten Mittelwert seit 1994 (Abbildung 17).

Ob es allerdings durch den Wandel der Wissensproduktion zu einer Herausbildung neuer Organisationsformen kam, konnte hier nicht untersucht werden. Im nächsten Abschnitt wird dieser Frage nachgegangen und die hier binäre Aufteilung der Produzenten wissenschaftlichen Wissens in Universitäten und Nicht-Universitäten weiter aufgeschlüsselt. Die als *Mode 1* Wissenschaft beschriebene akademische Form der Wissenschaft, die vornehmlich in Universitäten erzeugt wird, bleibt die vorherrschende Organisation zur Produktion wissenschaftlichen Wissens. Innerhalb von Universitäten werden gleichbleibend hohe Zahlen wissenschaftlicher Zeitschriftenartikel verfasst und anschließend publiziert. Hieraus kann aber noch nicht geschlossen werden, ob ausschließlich *Mode 1* Wissenschaft in den STEM+-Fächern in Deutschland betrieben wird, oder ob es nicht doch zu einer Symbiose von *Mode 1* und *Mode 2* gekommen ist, die sich durch eine größere Diversität und ein breiteres Portfolio an Wissenschaft produzierenden Organisationsformen auszeichnet. Dies herauszufinden ist Aufgabe des sich anschließenden Abschnitts.

Abbildung 17: Exponentielles Wachstum wissenschaftlicher Publikationen in STEM+-Fächern in Deutschland: Universitäten versus Nicht-Universitäten (WC; in Prozent), 1975–2010



Quelle: SPHERE Projektdatenbank (Rohdaten; Thomson Reuters WoS SCIE), eigene Berechnung

9.3 Mehr als nur Universitäten und Forschungsinstitute: Das organisationale Feld der Wissenschaft

»Organisationen sind allgegenwärtig im Wissenschaftssystem.« (Lentsch 2012: 137)

Bereits im Kapitel zu den theoretischen Überlegungen dieser Arbeit wurde das Verhältnis von Organisationen zu ihrer institutionellen Umwelt diskutiert und der Begriff »Organisation« definiert (Abschnitt 4.1). Sie sind in allen gesellschaftlichen Teilbereichen und somit auch im deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystem zu finden.

Die klassischen Organisationsformen sind durch ihren Charakter und die Verbindung zur Wissenschaft sowie ihre Anlehnung an die Produktion wissenschaftlichen Wissens durch Forschung, theoretische Überlegungen und der Nutzung von Forschungsmethoden eng miteinander verbunden. Jedoch

interagieren Wissenschaftler und Forschungseinheiten mit anderen Organisationen und sind somit externen Erwartungen und Zwängen ausgesetzt. Durch die Platzierung der einzelnen Organisationen in einem organisationalen Feld *(organizational field)* (DiMaggio/Powell 1991b) der Wissenschaft können Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Organisationsformen aufgezeigt werden. Aus der Perspektive des Feldes werden Organisationen dazu gezwungen, feldspezifische Werte und Normen zu adaptieren. Folglich werden innerhalb eines gemeinsamen Feldes isomorphe organisationale Charakteristiken produziert oder ihnen entgegengewirkt (siehe auch Kapitel 4). Dieser Ansatz beschreibt, wie Organisationen isomorphe Zwänge in organisationalen Feldern begründen oder ablehnen.

»Organizations such as research institutes, universities, and laboratories provide the structure for scientific activities such as: research, debating, publishing articles, and creating research designs.« (Philipps 2013: 687)

Neben den klassischen Organisationen der Wissenschaft finden sich eine Vielzahl weiterer Organisationen im organisationalen Feld der Wissenschaft, die nicht primär der Forschung (und Lehre) dienen, aber dennoch zum Anstieg wissenschaftlicher Produktivität maßgeblich beitragen (Lentsch 2012: 137; 143). Basierend auf Arnold Wilts (2000) Kategorisierung kann beispielsweise zwischen Forschungsinstituten, die wissenschaftliche Grundlagenforschung betreiben und Instituten, die multiple Beziehungen zu anderen Organisationen (wie Unternehmen und Ministerien) pflegen, unterschieden werden. Der Autor geht davon aus, dass letztere einen Beitrag zur Wissenschaft leisten. Allerdings widersprechen andere empirische Studien dieser These (Jansen 2009; Joly/Mangematin 1996). Durch die Veränderungen der Rahmenbedingungen wissenschaftlichen Arbeitens durch die Einführung von *New Public Management* Konzepten kommt es zunehmend zu einer Stärkung des Einflusses formaler Organisationsstrukturen auf den wissenschaftlichen Kommunikationsprozess und einer Veränderung der Rolle formaler Organisationen (Maasen/Weingart 2006: 20). Jedoch wurden die Wechselwirkungen zwischen formalen Organisationen und Prozessen wissenschaftlicher Leistungserbringung bisher kaum untersucht. Als Grund wird der epistemische Sonderstatus wissenschaftlicher Leistung angeführt. Es wird davon ausgegangen, dass die epistemische Ordnung und Gültigkeit des Wissens unabhängig vom Ort seiner Entstehung und der Struktur des Wissenschaftsbetriebs ist. Ein direkter Zusammenhang zwischen formaler Organisationsstruktur und der Leistungserbringung der Mitglieder einer Organisation sei folglich nicht erkennbar beziehungsweise wünschenswert.

»Fasst man allerdings wissenschaftliches und insbesondere Forschungshandeln als eine spezielle Form problemlösendes Handelns auf […], werden Zusammenhänge zwischen den intellektuellen und den institutionellen oder sozialen Bedingungen von Wissenschaft sichtbar, die unter der Prämisse des epistemischen Sonderstatus der Wissenschaft nicht erkennbar sind.« (Lentsch 2012: 139)

In dieser Arbeit wird anhand der Dimensionen Expansion und Vielfalt der Frage nachgegangen, welche Organisationsformen zur Produktion wissenschaftlichen Wissens in Form von Publikationen in Zeitschriften in den STEM+-Fächern beitragen und daraus abgeleitet, welche Organisationsformen die besten Bedingungen für wissenschaftliche Produktivität bereitstellen. Das Forschungsdesiderat wird nicht vollständig und für alle Fächergruppen geschlossen werden können, aber zumindest für die STEM+-Fächer im Zeitraum von 1900 bis 2010 wird ein Einblick gewonnen.

Um einzelne Organisationsformen, ihren Charakter, ihre Aufgaben und Ziele zu beschreiben, ist es hilfreich, sie voneinander abzugrenzen (Lentsch 2012). Als Indikatoren werden häufig die wissenschaftliche Performanz, Ressourcenabhängigkeit und die organisationale Orientierung herangezogen. Als Ergebnis kann zwischen Forschungsorganisationen mit hohem und niedrigen wissenschaftlichen Output, Ressourcen unabhängigen und abhängigen Organisationen sowie klaren oder widersprüchlichen Zielen unterschieden werden (Philipps 2013: 687). Abbildung 18 zeigt das organisationale Feld der Wissenschaft, wie es in dieser Arbeit untersucht wird.

Abbildung 18: Das organisationale Feld der Wissenschaft

Quelle: eigene Darstellung

Ausgehend von den klassischen Organisationsformen der Wissenschaft, die in der Literatur bereits hinreichend besprochen wurden (Kapitel 8), und einer ersten Auswertung der Unterschiede wissenschaftlicher Produktivität von Universitäten und Nicht-Universitäten im vorangegangenem Abschnitt, werden weitere Organisationsformen charakterisiert. Zur Vereinfachung liegt der Schwerpunkt auf einer Beschreibung ihrer Aufgaben und Ziele sowie der Art der Forschung. Die Generierung der folgenden zwölf Organisationsformen und einer weiteren Kategorie für nicht zuzuordnende Organisationen erfolgte einerseits deduktiv aus der Literatur und andererseits induktiv aus dem zur Verfügung stehenden empirischen Material heraus (Kapitel 6). Organisationsformen, die nicht zur Produktion wissenschaftlichen Wissens beitragen, aber Teil des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems sind, wie Forschungsförderorganisationen (DFG, Stiftungen) und intermediäre Organisationen (WR, HRK) (Lentsch 2012: 145), wurden nicht eigens kategorisiert, ihre Rolle wurde aber bereits in Kapitel 8 erläutert. Um eine übersichtliche Darstellung des umfassenden empirischen Materials sicherzustellen, erfolgt die Präsentation der Ergebnisse nach Abschluss ihrer Beschreibung (Abschnitt 9.3.1) zunächst anhand der fünf wichtigsten Organisationsformen, die zur wissenschaftliche Produktivität beitragen: Universitäten, außeruniversitäre Forschungsinstitute, Unternehmen, Behörden und Ressortforschung sowie Krankenhäuser.

9.3.1 Organisationsformen wissenschaftlicher Produktivität

Die Beschreibung der einzelnen Organisationsformen, die einen Beitrag zur Produktion wissenschaftlichen Wissens in Form von Zeitschriftenartikeln in den STEM+-Fächern leisten, erfolgt nach ihrer Wichtigkeit innerhalb dieser Arbeit und ihrem Anteil am wissenschaftlichen Output. Dass nicht alle Organisationsformen in diesem Fächerspektrum in gleicher Weise zur wissenschaftlichen Produktivität beitragen, wird im nachfolgenden empirischen Abschnitt zu zeigen sein. Nach einer ersten Literaturrecherche muss die Autorin dieser Arbeit anerkennen, dass bisher nicht alle in dieser Arbeit präsentierten Organisationsformen Eingang in die Forschung gefunden haben. Die zur Verfügung stehende Literatur zu einzelnen Organisationsformen ist teilweise sehr dünn, sodass die Charakterisierung und Beschreibung unterschiedlich intensiv vorgenommen werden musste. Dies wird aber auch als Zeichen ihrer Bedeutung für das deutsche Hochschul- und Wissenschaftssystem gewertet. Die Beschreibung der bereits in den vorangegangenen Ka-

piteln vorgestellten Universitäten, außeruniversitären Forschungsinstituten und Fachhochschulen erfolgt lediglich in zusammenfassender Form. Tabelle 4 zeigt eine Matrix der Organisationsformen. Sie enthält Informationen zum Charakter, den Aufgaben und Zielen der Organisationsform, eine Einordnung in die Art der Forschung und die zur Identifikation der Organisationsform genutzte Kodiernummer, wie sie im Datensatz verwendet wurde sowie Beispiele zur Veranschaulichung (Abschnitt 6.2.2).

Beginnend mit den klassischen Organisationsformen Universitäten und außeruniversitäre Forschungsinstitute, folgen jeweils Abschnitte zu den Unternehmen sowie zu Behörden und Ressortforschungseinrichtungen und Krankenhäusern. Die Anordnung der weiteren Organisationsformen erfolgt in alphabetischer Reihenfolge, wie in Abbildung 18.

Tabelle 4: Matrix der Organisationsformen

Organisationsform	*Charakter, Aufgaben & Ziele*	*Art der Forschung*	*Beispiel*	*Code*
Universitäten	Freiheit von Forschung u. Lehre; Autonomie u. Verpflichtung zur Wissenschaft; Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses; alleiniges Promotions- u. Habilitationsrecht; Ausrichtung an 2 Funktionssystemen: Bildung u. Wissenschaft	Grundlagenforschung	RWTH Aachen, TU München, Universität Heidelberg	12
Forschungsinstitute	Konzentration auf Forschung; kaum/keine Verpflichtung zur Lehre; sehr gute personelle u. finanzielle Ausstattung; Unabhängigkeit; Betrieb von Anlagen u. Großgeräten	abhängig vom Institut (Grundlagenforschung, angewandte Forschung, Vorsorgeforschung)	Institute der FhG, HGF, MPG, WGL, andere unabhängige Forschungsinstitute	11
Unternehmen	Forschungsabteilungen u. Laboratorien; Profit; Bereitstellung wissenschaftlicher Expertise	angewandte (Industrie-)Forschung, Entwicklung	Bayer, Siemens, Henkel	3
Behörden und Ressortforschungseinrichtungen	Generierung wissenschaftlicher Expertise für staatliches Handeln; garantierter staatlicher Zugriff auf diese Expertise; wissenschaftliche Forschung; Politikberatung u. Informationsbeschaffung; Regulierungs- u. Prüfaufgaben	angewandte u. politikorientierte Auftragsforschung	Bundesforschungsanstalt für Geowissenschaften u. Rohstoffe, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Bundesanstalt für Materialprüfung, Umweltbundesamt, Robert Koch Institut	4
Krankenhäuser	Heilung u. Pflege; Ausbildung von Pflegekräften u. Ärzten; Forschung in Kooperation	keine o. angewandte Forschung	Deutsche Klinik für Diagnostik, Kerckhoff-Klinik Bad Nauheim, Rehazentrum Bad Brückenau	5
»Sonstige«				
Akademien	Politik- u. Gesellschaftsberatung; Forschungsförderung; Wissenschaftspflege; Verbreitung von Informationen; Publikation wissenschaftlicher Ergebnisse; Verpflichtung zur experimentellen Methode	eigene (hauptsächlich geisteswissenschaftliche) (Langzeit-) Forschung im Grundlagenbereich	Leopoldina Nationale Akademie der Wissenschaften, BBAW, acatech	1
Gesellschaften, Vereine	Allokation u. Bereitstellung von (finanziellen) Ressourcen; Koordination u. Organisation des Dialogs wissenschaftlicher, staatlicher, gesellschaftlicher Akteure; wissenschaftliche Kommunikation	keine Forschung	Deutsches Rotes Kreuz, Gesellschaft zur Förderung von Medizin, Bio- u. Umwelttechnologien e. V., Berufsverbände	2
Infrastrukturen	Instrumente, Ressourcen o. Serviceeinrichtungen für die Forschung; herausragende nationale Bedeutung für den Wissenschaftsstandort; lange Lebensdauer von mind. 10 Jahren; offener Zugang zur Nutzung	keine Forschung, teilweise eigene Forschung	Sammlungen, Computer-/ Rechenzentren, CERN, Laboratorien, Forschungsschiff SONNE, SOEP, Großgeräte	13

Laboratorium	Forschung u. Experimente; Qualitätsprüfung, Messung, Experimente; Autonomie; Bereitstellung von Apparaturen für die Forschung	angewandte Forschung, Grundlagenforschung	Europäisches Labor für Molekularbiologie, Münchner Leukämielabor, Institut für Immunologie u. Genetik Kaiserslautern	6
Militär	Staatliche Kontrolle durch das BMVg; Befehls- u. Kommandogewalt über die Streitkräfte; Entwicklung von Waffen(-systemen), Erforschung von Kommunikationstechnologien	angewandte Forschung (mit konkretem Ziel), Rüstungsforschung	Bundeswehr (Universitäten, Institute)	7
Museum	Ausstellung von Exponaten; sammeln, bewahren, erforschen u. vermitteln von Kulturgut; konservatorische Forschung, Materialforschung, Herkunftsanalysen, Altersbestimmung	angewandte Forschung, Grundlagenforschung	Altes u. Neues Museum, Hessisches Landesmuseum Darmstadt, Zoologisches Museum Hamburg,	8
Nicht-universitäre Bildungseinrichtung	Lehre; Ausbildung von Schülern u. Studierenden; Kooperationen mit (Industrie-)Unternehmen; Annäherung an die Universitäten; Aktivitäten im Technologie- u. Wissenstransfer, um die regionale Wirtschaft zu stärken	angewandte Forschung, Entwicklung	Fachhochschule Gießen, Technische Hochschule Mittelhessen, European Management School, DAA Logopädieschule Freiburg	9
Andere	abhängig von der Organisation	abhängig von der Organisation	Hybride Organisationen (Charité, KIT, JARA), Exzellenzcluster, Arztpraxen, Unternehmensberatung, Sportvereine, etc.	10

Quelle: eigene Darstellung

Universitäten

Bereits im vorangegangenen Kapitel wurde die Universität als wichtigste Organisation und Institution des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems charakterisiert und ihre Aufgaben und Ziele ausgiebig beschrieben (siehe ausführlich Abschnitt 8.1). Aus diesem Grund folgt in diesem Abschnitt nur noch einmal eine Zusammenfassung der Aufgaben und Ziele der Universitäten, um sie von anderen Organisationsformen abgrenzen zu können. Sie zählen zu den am besten untersuchten und einflussreichsten Wissenschaftsorganisationen weltweit (Clark 2006; Stichweh 2010) und sind fester Bestandteil aller modernen und erfolgreichen Wissenschaftsnationen (Kapitel 7). Führende Forschungsuniversitäten weltweit werden als *super research universities* (Baker 2008; 2014; Mohrman u.a. 2007; 2008) oder *world-class universities* (Salmi 2009; Liu u.a. 2010; Altbach/Salmi 2011; Shin/Kehm 2013b) bezeichnet. Sie zeichnen sich durch eine hohe wissenschaftliche Produktivität in Form von Zeitschriftenpublikationen aus, ziehen talentierte Studierende und Wissenschaftler aus aller Welt an und fokussieren sich auf langfristig angelegte Grundlagenforschung, die häufig international und multidisziplinär angelegt ist (Shin 2013: 19ff.). Zudem agieren sie global und treiben die Verwissenschaftlichung in vielen gesellschaftlichen Teilbereichen voran. Die Finanzierung der Universitäten erfolgt auf staatlicher Basis, allerdings wurden in den letzten Jahren vermehrt private Hochschulen gegründet, die teilweise auch das Promotionsrecht besitzen (Stock/Reisz 2008).

Durch ihre doppelte Zielsetzung von Forschung und Lehre stehen sie in einem Spannungsverhältnis. Sie müssen sich an zwei unterschiedlichen Funktionssystemen (Bildung und Wissenschaft) ausrichten. Eine Beschreibung als Wissenschaftsorganisation ist allerdings nur dann beizubehalten, »wenn die Lehre an die Reproduktion wissenschaftlichen Wissens und die interne Governance an die Reputationsstrukturen der Fachgemeinschaften rückgebunden bleiben.« (Lentsch 2012: 143) Deutsche Universitäten zeichnen sich durch eine Lern- und Lehrfreiheit (Clark 1995: 21f.) und einer Autonomie der Wissenschaft gegenüber der Gesellschaft aus (Philipps 2011: 119ff.). Ihre Organisation orientiert sich am Lehrstuhlprinzip, das durch eine hierarchische Strukturierung aber auch durch eine große Freiheit der einmal berufenen Professoren gekennzeichnet ist (Enders 2001). Universitäten gelten als wesentliche Organisationen, die zur Produktion wissenschaftlichen Wissens beitragen (Stevens u.a. 2008: 128f.).

Zur Abgrenzung von anwendungs- und praxisorientierten Fachhochschulen und anderen außeruniversitären Bildungseinrichtungen wird in die-

ser Arbeit das alleinige Promotions- und Habilitationsrecht der Universitäten (Enders 2016) herangezogen. Gute Beispiele für forschungsstarke Universitäten in den STEM+-Fächern sind die Universität Heidelberg mit einer starken medizinischen Fakultät, die RWTH Aachen und die Technische Universität München, beide Mitglieder im TU9 Universitätsverband der führenden Technischen Universitäten in Deutschland. Die beiden letztgenannten verfügen zusätzlich zu ihrer technischen Ausrichtung über medizinische Fakultäten. Alle drei Universitäten wurden im Rahmen der »Exzellenzinitiative« ausgezeichnet.

Außeruniversitäre Forschungsinstitute

Auch die außeruniversitären Forschungsinstitute, die einen erheblichen Anteil an der wissenschaftlichen Produktivität haben und zur tragenden Säule des dualen deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems gehören, wurden in Abschnitt 8.2 dieser Arbeit bereits vorgestellt. Durch die Gründung neuer, unabhängiger Institute verlagerte sich ein Teil der wissenschaftlichen Forschung heraus aus den Universitäten. Ihre Finanzierung erfolgt maßgeblich, aber zu unterschiedlichen Anteilen, durch den Bund und die sechzehn Bundesländer (Hohn 2016: 549f.). Hinzu kommt die Einwerbung von Drittmitteln oder die Unterstützung der Forschung durch (Industrie-)Unternehmen. Sie zeichnen sich durch eine hohe Autonomie und eine Konzentration auf die Forschung aus. Die Mitarbeiter haben keine oder kaum eine Verpflichtung zur Lehre. Sie sind personell und finanziell sehr gut ausgestattet und betreiben je nach Ausrichtung Grundlagenforschung, anwendungsbezogene Forschung, oder Vorsorgeforschung. Zudem unterhalten sie Anlagen und Großgeräte, die zum Teil auch von institutsfremden Wissenschaftlern in Zusammenarbeit genutzt werden können. Obwohl sie in Konkurrenz zu den Universitäten stehen, sind sie auf eine Zusammenarbeit mit ihnen angewiesen, da sie zwar an der Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses beteiligt sind, aber kein Recht zur Vergabe von Doktortiteln besitzen (siehe oben).

Die wichtigsten außeruniversitären Forschungsinstitute in Deutschland fallen unter die Dächer der MPG, der HGF, der WGL und der FhG (Abbildung 14). Allerdings gibt es in Deutschland viele weitere unabhängige Forschungsinstitute, die an der Produktion wissenschaftlichen Wissens beteiligt sind und deren Mitarbeiter Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften veröffentlichen. Um in dieser Arbeit die außeruniversitären Forschungsinsti-

tute zu identifizieren, musste intensive Recherchearbeit betrieben werden, da Institute nicht immer gleich als solche an der Angabe der Organisation erkennbar waren oder nicht klar war, ob sie Teil einer Universität oder einer anderen Einrichtung sind. Zur Organisationsform der außeruniversitären Forschungsinstitute werden nur unabhängige Institute gezählt, die sich der wissenschaftlichen Forschung widmen. Im Gegenzug werden Institute, die einer größeren Einheit zugeordnet werden können, nicht als außeruniversitäres Forschungsinstitut bezeichnet. Beispielsweise können Publikationen des »Institut für Mikroelektronische Systeme« mit Hilfe der Angabe des Ortes »Hannover« im Datensatz eindeutig der Fakultät für Elektrotechnik und Informatik der Leibniz Universität Hannover zugeordnet werden. Die Kodierung des Instituts erfolgt dann unter dem Namen der Universität als »university hannover«.

Unternehmen

Traditionell wird in Deutschland FuE in Unternehmen betrieben (Rohrbeck 2010). Bereits nach 1840, nachdem Justus Liebig sein chemisches Forschungslaboratorium an der Universität Gießen eingerichtet hat, kamen erste Kollaborationen zwischen Universitäten und Industrieunternehmen zustande. Laboratorien in Unternehmen wurden nach und nach, teilweise nach Liebigs Vorbild, eingerichtet. Beispielsweise haben Unternehmen wie *Agfa*, die *Badische Anilin und Soda Fabrik* sowie *Bayer* enge Verbindungen zu den Universitäten Berlin, Straßburg und Göttingen aufgebaut. Auch *BASF* und *Hoechst* betreiben Forschung auf höchstem Niveau und tauschen ihre Erkenntnisse mit Wissenschaftlern an den Universitäten aus. *Hoechst* hat die Forschung und Ausbildung im Bereich der Biochemie an der *Harvard University* mit 50 Millionen US Dollar gefördert. Durch das Inkraftsetzen des Patentrechts in Deutschland wurden die Kontakte zwischen Universitäten und der Industrie immer enger. Die Entwicklung dreier synthetischer Farbstoffe in der Firma *Bayer* durch Carl Duisburg führte zum Ausbau des Forschungslabors. Die Anzahl der Wissenschaftler stieg zwischen 1884 und 1896 von 15 auf 104, eine wissenschaftliche Bibliothek wurde eingerichtet und Seminare zur Weiterbildung der Mitarbeiter wurden angeboten (Woolf 1984: 189f.). Die Forschungsabteilung *Bayers* entwickelte sich zu einer eigenständigen Forschungseinrichtung innerhalb des Unternehmens. Forschungsergebnisse, die an Universitäten produziert werden, werden eher in wissenschaftlichen Fachzeitschriften publiziert, die Ergebnisse, die in Unter-

nehmen produziert werden, werden eher patentiert. Aus diesem Grund wird davon ausgegangen, dass Unternehmen weniger wissenschaftliche Zeitschriftenartikel veröffentlichen als Universitäten. Die Form der Forschung in Unternehmen ist größtenteils anwendungs- und produktorientiert oder findet im Bereich der (technischen) Entwicklung statt und hat einen Selbstzweck, obwohl auch in den von der Industrie betriebenen Laboratorien Grundlagenforschung betrieben wird (Woolf 1984: 190). Im Gegensatz zur akademischen Forschung werden Mittel für FuE in Unternehmen hauptsächlich zur Stärkung der eigenen Marktposition eingesetzt. Allerdings befindet sich die FuE in einem Zwiespalt zwischen Instrumentalisierung und Autonomie. Die Forschung muss einerseits in den Unternehmenskontext eingebunden sein und in die schnelle Fertigung eines Produkts münden. Dies erfordert eine Integration der Forschungsbemühungen und eine Unterordnung der Forschung unter die Ziele des Unternehmens. Andererseits wird innerhalb der Laboratorien und Forschungsabteilungen Wissenschaft betrieben, die losgelöst von den Zielen des Unternehmens sein muss. Allerdings bedingt dies eine gewisse Freiheit der Forscher (Grande/Häusler 1994: 347; 352f.).

Deutsche Unternehmen gehören zu den innovativsten innerhalb Europas. Gerade in den modernen Schlüsseltechnologien mit ihrer schnellen Entwicklungsrate und den dadurch notwenigen wissenschaftlichen Fortschritt sind Unternehmen gezwungen sich stark im Bereich FuE zu engagieren (Grande/Häusler 1994: 19). Vergleicht man die Ausgaben für FuE als prozentualen Anteil am Bruttoinlandsprodukt (BIP), wird deutlich, dass die Wirtschaft mit 2,0 Prozent deutlich mehr investiert als die Hochschulen (0,5 Prozent) und der Staat (mit privaten Institutionen ohne Erwerbszweck) (0,4 Prozent). Zudem übersteigen die internen Ausgaben für FuE der Wirtschaft mit 62.862 Millionen Euro die Ausgaben der Hochschulen mit 16.622 Millionen Euro und des Staates mit lediglich 12.721 Millionen Euro im Jahr 2016 drastisch (DESTATIS 2018c: 11; siehe auch Abbildung 15).

Unternehmen kooperieren eng mit Forschungsuniversitäten, Fachhochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen, besonders mit denen der FhG (Abschnitt 8.2). Durch die enge Verzahnung unterschiedlicher Organisationsformen wird der Technologietransfer, also die Weitergabe wissenschaftlichen und technischen Wissens in den Produktionsprozess, gefördert. Der Bundesverband der Deutschen Industrie e. V. (BDI) repräsentiert als Dachorganisation von 36 Mitgliedsverbänden die Interessen von ungefähr 100.000 deutschen Unternehmen mit mehr als acht Millionen

Mitarbeitern. Kooperationen zwischen Wirtschafts- und Industrieunternehmen und der Wissenschaft können theoretisch als Teilaspekt des Triple-Helix Modells (Etzkowitz/Leydesdorff 1995) (Abschnitt 4.3.2) betrachtet werden. Durch die Auflage einer Vielzahl an gemeinsamen Programmen und Forschungsprojekten wird die Zusammenarbeit begünstigt. Besonders viele Unternehmen kollaborieren mit den Fraunhofer Instituten. 2015 hat die FhG 640 Millionen Euro durch Vertragsforschung mit Industrieunternehmen verdient. Die HGF war in 2.400 gemeinsamen Projekten involviert und konnte 1.100 Lizenzvereinbarungen unterzeichnen. Durch das Programm Max-Planck-Innovation (www.max-planck-innovation.de) wird der Technologietransfer der Institute der MPG in die Wirtschaft gefördert. Ergebnisse der Grundlagenforschung sollen in ökonomisch und gesellschaftlich nützliche Projekte überführt werden. Zur Zeit wird mit mehr als 200 Unternehmen kooperiert und über 35 Investoren haben Anschubinvestitionen für Ausgründungen aus der MPG unterstützt. Die WGL fördert kleine und mittelgroße Firmen über ihr Leibniz-Transferportal (www.leibniz transfer.de), um ihre Forschung zu verbessern. Die Anteile der Ausgaben für FuE schwanken zwischen einzelnen Wirtschaftssektoren: 35 Prozent werden im Automobilbereich investiert, 17 Prozent in die Elektrotechnik, 14 Prozent in die chemische und pharmazeutische Industrie und 10 Prozent in den Maschinenbau. Zu den Top Investoren in FuE zählen *Volkswagen*, *Daimler*, *Robert Bosch*, *BMW Group*, *Siemens*, *Bayer*, *Böhringer Ingelheim*, *SAP*, *Continental* und *BASF*. Ob diese Firmen auch zu den produktivsten Unternehmen in Bezug auf die Publikation wissenschaftlicher Zeitschriftenartikel gehören, wird im nachfolgenden Abschnitt empirisch untersucht.[86]

Als Gründe für eine Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft (Universitäten und Forschungsinstitute) und Wirtschaft können als Motivationsquellen für die Wissenschaft eine Verbesserung der Lehre, Zusatzfinanzierung über Drittmittel, Zugang zu Wissen und empirischen Daten, politischer Druck Innovationen zu fördern, Reputationszuwachs und attraktive Berufs-

[86] Die Informationen stammen aus dem Internetprotal *Research in Germany*, die Informationsplattform der Initiative »Werbung für den Innovations- und Forschungsstandort« Deutschland des BMBF und des Deutschen Akademischen Austauschdienstes (DAAD). Auf der Plattform befinden sich Informationen über die deutsche Forschungs- und Förderlandschaft. DAAD, Research in Germany, 28.02.2018, https://www.research-in-germany.org/en.html.
Die Informationen zur Forschung in Wirtschaftsunternehmen können der Rubrik »Research Landscape« > »Research Organisations« > »Companies & Industrial Research« entnommen werden.

einstiegschancen für Absolventen genannt werden. Unternehmen wiederum versprechen sich von Kooperationen mit der Wissenschaft einen Zugang zu neuesten Technologien, Nutzung von Laboren, Zugang zu Personal, Kosteneinsparungen, Risikoteilung bei Grundlagenforschung, Stabilisierung von langfristigen FuE-Projekten und Rekrutierung von zukünftigen Mitarbeitern (Rohrbeck 2010: 434; siehe auch Frank u.a. 2007 und Laukkanen 2003).

Forschung in Industrieunternehmen findet häufig in Forschungszentren statt, die in engem Austausch mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus Universitäten stehen. Zu den ersten gegründeten Forschungszentren gehören die berühmten *Bell Laboratories*, die 1925 vom amerikanischen Telekommunikationsunternehmen *AT&T* gegründet wurden. Aus ihnen gingen beispielsweise sechs Nobelpreisträger hervor (Rohrbeck 2010: 435). Zu den neueren Universitäts-Industrie-Forschungszentren gehören das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) und die Laboratorien der Deutschen Telekom (T-Labs) (Rohrbeck, Arnold 2006).

Eine Identifikation und Zuordnung zur Organisationsform der Unternehmen erfolgt auf Basis der oben genannten Kriterien.

Behörden und Ressortforschungseinrichtungen

Eine Abgrenzung der Ressortforschung ist nicht einfach, da sie sich durch ihre Aufgabe definiert und nicht durch eine bestimmte Organisationsform (Philipps 2011: 8). Sie stillt die Nachfrage der Politik nach wissenschaftlicher Expertise und Beratung. Zu ihren Aufgaben gehören wissenschaftliche, zweckgerichtete Forschung, Politikberatung und Informationsbeschaffung sowie Regulierungs- und Prüfaufgaben. Teilweise übernimmt sie auch hoheitliche Tätigkeiten (Barlösius 2016: 574). Die Forschung erfolgt im Auftrag verschiedener Bundesministerien und wird durch weisungsgebundene Ressortforschungseinrichtungen (Behörden), andere Forschungsinstitute oder einzelne Wissenschaftler betrieben (Philipps 2011: 8). Der Einfluss der zuständigen Ministerien unterscheidet sich von Einrichtung zu Einrichtung. Somit können weisungsgebundene Behörden, die die Bundesministerien bei der Erfüllung ihrer Aufgaben unterstützen, aus Haushaltsmitteln des Bundes finanziert werden und der Dienst- und Fachaufsicht des jeweiligen Ministeriums unterliegen, nicht mit der Ressortforschung gleichgesetzt werden (Philipps: 8).

Grundsätzlich werden aber »den Bundesministerien nach- bzw. zugeordnete Forschungseinrichtungen« (Barlösius 2016: 377) als Ressortforschungs-

einrichtungen bezeichnet. Laut *Bundesbericht Forschung und Innovation* 2016 gibt es zur Zeit 38 Bundeseinrichtungen mit FuE Aufgaben, hinzu kommen 150 Landeseinrichtungen mit FuE Aufgaben und sechs Einrichtungen, die in dauerhafter Kooperation mit Ressortforschungseinrichtungen stehen (BMBF 2016c).

Allerdings werden je nach Definition unterschiedliche Gruppen an Einrichtungen der Ressortforschung zugerechnet. Beispielsweise zählen Hans-Willy Hohn und Uwe Schimank (1990) Einrichtungen, die im *Bundesbericht Forschung* genannt werden, dazu. Peter Lundgreen, Bernd Horn und Wolfgang Krohn (1986) inkludieren auch die Großforschungseinrichtungen der HGF und Peter Weingart und Justus Lentsch (2008) berücksichtigen Wirtschaftsforschungsinstitute der WGL (Philipps 2011: 8). In dieser Arbeit werden der Organisationsform der Behörden und Ressortforschungseinrichtungen Bundeseinrichtungen mit FuE Aufgaben, die im aktuellen *Bundesbericht Forschung und Innovation* (2016c: 111ff.) genannt werden und Bundesministerien zugerechnet. Hinzu kommen Bundesbehörden wie das Statistische Bundesamt, das Bundeskriminalamt, der Bundesgerichtshof und der Deutsche Wetterdienst und Körperschaften des öffentlichen Rechts (Deutsche Rentenversicherung, Kassenärztliche Bundesvereinigung).

Obwohl auch andere außeruniversitäre Forschungseinrichtungen wissenschaftliche Expertise für die Regierungen bereitstellen, ist das Alleinstellungsmerkmal der Ressortforschungseinrichtungen, dass diese Aufgabe rechtsverbindlich geregelt ist – es handelt sich um »Forschung auf politischen Beschluss.« (Lundgreen u.a. 1986: 20 zitiert nach Barlösius 2016: 580) So kann sichergestellt werden, dass wissenschaftliches Wissen jederzeit produziert werden kann, unabhängig von der Forschung innerhalb der traditionellen Institutionen des Hochschul- und Wissenschaftssystems.

»Zwei – eng miteinander verwobene – Charakteristika zeichnen die Forschung an den Bundeseinrichtungen mit FuE-Aufgaben aus: erstens die Generierung von wissenschaftlicher Expertise für (vorwiegend) staatliches Handeln, zweitens ein garantierter staatlicher Zugriff auf diese Expertise.« (Barlösius 2010: 378)

Die Ressortforschung befindet sich in einer Mittelposition zwischen Wissenschaft und Staat beziehungsweise Politik. Über ihre Zugehörigkeit und Unterscheidung von Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen wird gestritten (Lundgreen u.a. 1986; Hohn/Schimank 1990; Barlösius 2008a; 2016). Sie nimmt eine Doppelfunktion ein: Einerseits wird sie durch ihren Auftrag zur wissenschaftlichen Forschung dem Wissenschaftssystem zugerechnet, andererseits, durch ihre institutionelle Anbin-

dung an den Staat (Bach u.a. 2013: 140). An dieser Stelle wird auch der Unterschied zu anderen Organisationen wissenschaftlicher Produktivität deutlich: Die Forschungsfragen werden vom politischen Beratungsbedarf und der staatlichen Aufgabenverantwortung abgeleitet und entstehen nicht aus Neugier an einem bestimmten Gegenstand.

Die Verteilung der Institute ist sehr unterschiedlich. Manche Ministerien verfügen über keine nachgeordneten FuE Einrichtungen, andere gleich über mehrere. Die Mehrzahl der Einrichtungen beschäftigt sich mit den Themen Gesundheit, Landwirtschaft und Ernährung, Normung und Prüfung sowie dem Wetter (Barlösius 2008a: 6). Der Charakter der Forschung kann als anwendungs- und politikorientierte Auftragsforschung beschrieben werden. Ihre Finanzierung erfolgt aus den Haushaltsmitteln der übergeordneten Ministerien und zu einem kleinen Teil aus Drittmitteln aus der Wirtschaft (Philipps 2011: 7).

Die Erwartungen an »gute Leistungen« der Ressortforschung können aus drei Perspektiven betrachtet werden (Barlösius 2008a): Der ministeriellen, der Wissenschaftler in den Einrichtungen und des Feldes der Wissenschaft. Aus Sicht der Ministerien betreiben die Ressortforschungseinrichtungen angewandte Forschung eigenen Typs. Forschungsergebnisse müssen sich in der politischen Praxis bewähren und umsetzen lassen, ohne von anderen politischen Gremien im nationalen und internationalen Rahmen in Zweifel gezogen zu werden. Die Forschung soll weiterhin unter Kontrolle der Ministerien stattfinden, um auf kurzfristige Gesuche schnell antworten zu können. Ein wichtiger Punkt im Rahmen dieser Arbeit ist, dass Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften aus Sicht der Ministerien nicht als Nachweis für gute Forschung in Ressortforschungseinrichtungen gelten (Barlösius 2008a: 18). Aus dieser Aussage könnte geschlossen werden, dass Ressortforschungseinrichtungen keine, oder nur sehr wenige Zeitschriftenartikel in wissenschaftlichen Journalen veröffentlichen, wenn sie nicht als Indikator für gute Forschung gelten. Diese Aussage wird im nachfolgenden Abschnitt (9.3.2) empirisch geprüft.

Aus Sicht der Wissenschaftler orientiert sich die Forschung an den Ressortaufgaben und einem Gespür für Themen, die die Politik demnächst nachfragen wird. Das in der Forschung generierte Wissen soll einfach in die Praxis umzusetzen sein. Ihrer Expertise wird ein offizieller Charakter zugeschrieben, die nicht mehr als eine wissenschaftliche Sichtweise unter vielen ist. Aus Sicht des wissenschaftlichen Feldes, hier des WR, gibt es nur eine Forschung und somit nur einen Maßstab für gute Forschung. Aus diesem

Grund muss zurückgewiesen werden, dass es sich bei der Ressortforschung um einen eigenständigen Typus wissenschaftlicher Forschung handelt. Hinzu kommt, dass die Einrichtungen ihre Aufgabe der Politik- und Gesellschaftsberatung nur zufriedenstellend erfüllen können, wenn ihre Expertise auf einem starken wissenschaftlichen Fundament aufbaut.

Eine Identifikation und Zuordnung zur Organisationsform der Behörden und Ressortforschungseinrichtungen erfolgt auf Basis der oben genannten Kriterien.

Krankenhäuser

Zu den Hauptaufgaben von Krankenhäusern gehört die Pflege von Patienten und die Behandlung und Heilung von Krankheiten. Allerdings sind Krankenhäuser auch Ausbildungsstätten für Pflegepersonal, angehende Ärzte und gleichzeitig ein Ort der Forschung (Tess u.a. 2009: 571). Traditionell wird in deutschen Krankenhäusern wissenschaftliche Forschung in Form von klinischen Studien betrieben. Diese Form der angewandten Forschung erfolgt meist durch Zusammenarbeit zwischen akademischen Lehrkrankenhäusern und den ihr übergeordneten medizinischen Fakultäten der Universitäten oder Medizinischen Hochschulen und wird arbeitsteilig in beiden Organisationsformen durchgeführt. Somit sind beide Organsiationsformen durch die Forschung institutionell miteinander verbunden. Das komplexe Beziehungsgeflecht erschwert allerdings die Analyse der individuellen wissenschaftlichen Produktivität beider Organisationsformen. Ohne wissenschaftliche Forschung sind medizinische Fortschritte und die Verbesserung der Qualität der Pflege undenkbar. Zudem muss das Personal in den Krankenhäusern fortlaufend weitergebildet werden, um die bestmögliche Versorgung der Patienten zu gewährleisten (Caminiti u.a. 2015). Die meisten Studien zur wissenschaftliche Produktivität in der Medizin beziehen sich auf die Untersuchung von Universitäten mit medizinischen Fakultäten, den dazugehörigen Lehrkrankenhäusern und anderen außeruniversitären Forschungsinstituten, die medizinische Forschung vorantreiben (siehe beispielsweise Tijssen u.a. 2002 oder Caminiti u.a. 2015). Obwohl die medizinischen Fakultäten zu den forschungsstärksten der Universitäten gehören, wird die Medizin bei Analysen auf Fächerebene häufig mit der Begründung ausgeschlossen oder separat betrachtet, dass sie einer anderen Fachkultur folgt und eine ganz eigene Logik der wissenschaftlichen Zusammenarbeit und auch der Produktion wissenschaftlichen Wissens verfolgt. Aber genau aus dem

Grund ihrer hohen Leistungsfähigkeit und ihres hohen Publikationsoutputs wird die Medizin in dieser Arbeit untersucht. Da hier die Frage von Interesse ist, wo neues Wissen generiert wird, wird die Organisationsform der Krankenhäuser in die Analyse mit einbezogen.

Wie oben beschrieben besteht eine enge Verbindung zwischen den Lehrkrankenhäusern und Universitäten. Besonders deutlich wird diese Verzahnung bei einer Untersuchung der Charité – Universitätsmedizin Berlin, Berlins ältestem Krankenhaus und zugleich größte Universitätsklinik Europas (Fischer 2009; siehe auch Kapitel 8). Eine Trennung von Krankenhaus und Universität ist nur sehr schwer möglich, es handelt sich um eine hybride Organisationsform (siehe genauer unter Organisationsform »Andere«). Aus diesem Grund wurde entscheiden, dass Zeitschriftenartikel, auf denen die Autoren als Organisationszugehörigkeit ein Lehrkrankenhaus angegeben haben den Universitäten zugerechnet werden. Beispielsweise gehören 19 Lehrkrankenhäuser und 221 Arztpraxen zur TU München, in denen die Studierenden ihre Praktika absolvieren können. Folgende Kodierlogik wurde im Datensatz angewandt: Die Angabe des »Krankenhaus Barmherzige Brüder« oder »Klinikum Schwabing« führte zu einer Umkodierung der Daten zur »technical university munich«.[87] Für jedes sich im Datensatz befindliche Krankenhaus musste für jeden Untersuchungsjahrgang recherchiert werden, ob es sich um ein Lehrkrankenhaus oder um ein Krankenhaus ohne Lehranbindung handelt. Konnte es einer Universität zugeordnet werden, wurde es der Organisationsform »Universität« zugerechnet. Das »Klinikum Augsburg« wurde erst im Jahr 1974 offiziell zum akademischen Lehrkrankenhaus der Ludwig-Maximilians-Universität München erklärt.[88] Die Kodierung des Krankenhauses erfolgte also zwischen 1900 und 1974 als »hospital augsburg« mit Zuweisung zur Organisationsform der Krankenhäuser und ab 1975 als »university munich« mit Zuweisung zur Organisationsform der Universitäten.

Um der Frage nachzugehen, ob Forschung in Krankenhäusern vornehmlich durch die Universitäten vorangetrieben wird, oder aber ob in unabhängigen Krankenhäusern eigenständige Forschung ohne institutionelle Anbindung an die Universitäten betrieben wird, wurde die Organisationsform der Krankenhäuser gebildet. Diese Gruppe grenzt sich dadurch ab,

---

87 TU München, Lehrkrankenhäuser, 28.02.2018, https://www.med.tum.de/de/lehrkrankenhäuser-und-praxen.

88 Klinikum Augsburg, 28.02.2018, http://www2.klinikum-augsburg.de/1125/Akademi sches_Lehrkrankenhaus.htm.

dass hier nur Krankenhäuser aufgenommen werden, die kein Lehrkrankenhaus sind. Zur Organisationsform gehören aber auch andere Pflegeeinrichtungen wie Rehabilitationszentren, Kurkliniken oder psychiatrische Kliniken, die eine stationäre Aufnahme von Patienten ermöglichen und sich der Pflege oder Heilung widmen. Arztpraxen werden ausgeschlossen und der Gruppe der »anderen« Organisationsformen zugeordnet. Zu den Krankenhäusern gehören beispielsweise die Deutsche Klinik für Diagnostik, die Kerckhoff-Klinik Bad Nauheim oder aber auch das Rehazentrum Brückenau.

Akademien

Zu Beginn der 2000er Jahre erlebten die Akademien der Wissenschaften, eine der ältesten Organisationsformen der Wissenschaft, eine wahre »Renaissance« (Lentsch 2010: 406). Gegründet als Debattierclubs wurden die ersten wissenschaftlichen Akademien bereits Mitte des 17. Jahrhunderts eingerichtet. Die Begutachtung der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften in Berlin im Jahr 1807 ergab, dass die Akademie »nicht mehr als eine Art Ehrenlegion zur Befriedigung der Eitelkeit von Gelehrten« oder »eine Pensionsanstalt für gelehrte Veteranen, ein *corpus mysticum et mortuum*, das weder dem Staate noch der Wissenschaft nützlich sei« sei (Lenz 1910: 102ff. zitiert nach Rüegg 1999: 24)

Zu den ältesten Akademien gehören die Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina (1652), *The Royal Society* (1660) und die *Académie des Sciences de l'Institut de France* (1666). Sie galten als Entscheidungsinstanzen über die Neuartigkeit von Entdeckungen und der Beurteilung wissenschaftlichen Wissens. Ihre Aufgabe bestand darin, die Stabilität von Forschungsergebnissen zu prüfen (Weingart 2001: 54; 56f.) und Treffen wissenschaftlich interessierter Einzelpersonen zu organisieren sowie wichtige Erkenntnisse in den ersten wissenschaftlichen Zeitschriften einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich zu machen (Felt u.a. 1995: 36). Zu dieser Zeit galten sie als unabhängige Forschungseinrichtungen, die im Gegensatz zu den Universitäten, Wissenschaft und Forschung frei von staatlichen und kirchlichen Zwängen betreiben konnten (Lentsch 2010: 407).

Am 18. Februar 2008 beschloss die GWK auf Empfehlung des WR (2004) die Gründung einer Nationalen Akademie. Die Leopoldina wurde im Konsortium mit der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften (BBAW) und der Deutschen Akademie für Technikwissenschaften zur

Nationalen Akademie der Wissenschaften ernannt (Lentsch 2010: 406). Die Union der Akademien der Wissenschaften bildet die Dachorganisation der acht wichtigsten Akademien in Deutschland.[89] Mit mehr als 1.900 national und international herausragenden Wissenschaftlern ihrer Disziplinen hat sich die Union zum Ziel gesetzt, den wissenschaftlichen Austausch, exzellente Forschung und den wissenschaftlichen Nachwuchs zu fördern (www.akademieunion.de).

Die Akademien werden den außeruniversitären Forschungseinrichtungen zugeordnet, stellen aber einen »besonderen Typus wissenschaftlicher Organisationen« (Lentsch 2010: 407) dar. Ihre Mitglieder sind häufig Wissenschaftler, die aktuell selbst forschend tätig sind. Zu ihren Aufgaben gehören außerdem Forschungsförderung und allgemeine Wissenschaftspflege (Holl 1996: 1339). Ihre Leitgedanken sind Unabhängigkeit und die Verpflichtung zur wissenschaftlichen Exzellenz sowie die Verbreitung von Informationen, die Publikation von Forschungsergebnissen und die Anwendung der experimentellen Methode (Lentsch 2010: 408).

Das Recht auf Selbstbestimmung und Autonomie der Akademien ist Ausdruck der grundgesetzlich garantierten Freiheit der Wissenschaft (Artikel 5 Absatz 3 Grundgesetz). Sie haben das Recht ihre Mitglieder selbst auszuwählen, ihre Organisationsstruktur zu bestimmen und ihr Arbeits- und Forschungsprogramm eigenständig festzulegen. Dennoch sind sie nicht frei von äußeren Einflüssen, beispielsweise durch die Festlegung des Haushalts, der personellen Ausstattung oder durch Evaluationen (Lentsch 2010: 410).

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts, mit Gründung der modernen Forschungsuniversitäten (in Berlin 1810), kam es zu einer Veränderung der Funktion der Akademien, die ihren führenden Forschungsauftrag und ihre Rolle als »gesellschaftlicher Ort der Produktion gesicherten Wissens an die Universitäten abgaben.« (Lentsch 2010: 412 sowie Weingart 2001: 60 und Stichweh 1984) Ihre Aufgabe besteht nunmehr darin, allgemeine Wissenschaftspflege und – hauptsächlich geisteswissenschaftliche – (Langzeit-) Forschung im Grundlagenbereich und naturwissenschaftliche Langzeitbeobachtungen zu betreiben (Lentsch 2010: 412). Im aktuellen *Bundesbericht Forschung und Innovation* (BMBF 2016b: 72) steht geschrieben:

89 Zu ihren Mitgliedern gehören die Akademie der Wissenschaften in Hamburg, die BBAW, die Nordrhein-Westfälische Akademie der Wissenschaften und der Künste, die Akademie der Wissenschaften zu Göttingen, die Sächsische Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, die Akademie der Wissenschaften und der Literatur in Mainz, die Heidelberger Akademie der Wissenschaften und die Bayerische Akademie der Wissenschaften.

»Wesentliche Aufgabe der Akademien ist es, langfristige Vorhaben der Grundlagenforschung zu koordinieren sowie einen interdisziplinären Dialog zu fördern. Zu ihren weiteren Aufgaben gehört die Beratung der Gesellschaft. Mit Symposien und öffentlichen Veranstaltungen tragen sie zu einem intensiven Dialog zwischen Wissenschaft, Gesellschaft und Wirtschaft bei.«

Die eigene Forschung der Akademien wird hauptsächlich durch das Akademieprogramm der Union der Akademien koordiniert. Die Gelder stammen je zur Hälfte vom Bund und den Bundesländern. Für das Jahr 2017 standen 64,8 Millionen Euro zur Verfügung. Unser kulturelles Erbe soll erschlossen, gesichert und vergegenwärtigt werden. Im Zentrum der Forschung stehen Wörterbücher, Editionen, naturwissenschaftliche Langzeitbeobachtungen und Grundlagenforschung in den Sozial- und Kulturwissenschaften (www.akademieunion.de).

Mit Gründung der Nationalen Akademie der Wissenschaften kam die Aufgabe der Politik- und Gesellschaftsberatung hinzu. Als »Stimme der Wissenschaft« (WR 2004c: 18) sollen die Interessen der Wissenschaftler in Deutschland vertreten und vereinheitlicht werden. Forschungsergebnisse werden der Politik und Gesellschaft in geeigneter Form vermittelt (Lentsch 2010: 414). Durch diese Entwicklung tritt die Nationale Akademie mit ihrer neuen Aufgabe neben Institute der WGL, die Ressortforschungseinrichtungen, die DFG und den WR in Deutschland, zu deren Kernaufgaben es gehört wissenschaftliche Politikberatung zu leisten. Allerdings sollte wissenschaftliche Politikberatung in einen Professionalisierungsprozess der Beratung eingebettet und nicht allein den Wissenschaftlern überlassen werden (Buchholz 2008).

Im Gegensatz zu den Akademien in Westdeutschland hatten die Akademien in Ostdeutschland vor der Wiedervereinigung eine etwas andere Stellung inne (Abschnitt 8.5). Sie hatten einen bedeutenden Anteil an wissenschaftlicher Forschung und übernahmen Aufgaben, die im Westen die Ressortforschung übernahm (Gläser/Meske 1996; Mayntz 1994).

Eine Identifikation und Zuordnung zur Organisationsform der Akademien erfolgt auf Basis der oben genannten Kriterien.

Wissenschaftliche Gesellschaften und Vereine

In wissenschaftlichen (Fach-)Gesellschaften schließen sich Wissenschaftler eines gemeinsamen Fachgebiets zusammen. Sie haben sich zum Ziel gesetzt sich miteinander auszutauschen und die wissenschaftliche Kommunikation

über teilweise große Reichweiten sicherzustellen (Gläser/Lange 2007: 439). Es geht aber nicht nur um den Dialog zwischen Wissenschaftlern, sondern auch um die Einbeziehung anderer staatlicher und gesellschaftlicher Akteure. Wissenschaftliche Gesellschaften und Vereine geben eigene Zeitschriften heraus oder organisieren Konferenzen (Lentsch 2012: 145). Allerdings produzieren sie in der Regel keine eigene Forschung, wodurch sie sich von außeruniversitären Forschungsinstituten und Universitäten unterscheiden. Viele wissenschaftliche Mitarbeiter dieser beiden Organisationsformen sind gleichzeitig Mitglieder in Gesellschaften und Vereinen. Durch die Verbindung tragen sie aber möglicherweise zur wissenschaftlichen Produktivität bei, was im Folgenden zu prüfen ist. Zur Gruppe der Organisationsform der wissenschaftlichen Gesellschaften und Vereine gehören Berufsverbände, wie der VDI und wissenschaftliche Fachgesellschaften, zum Beispiel die Gesellschaft Deutscher Chemiker. Aber auch andere gemeinnützige Vereine, wie das Deutsche Rote Kreuz. Im Bereich der Publikationen in medizinischen Fachzeitschriften ist der Blutspendedienst des Roten Kreuzes aktiv. Hinzu kommt der Betrieb von eigenen Laboratorien, in denen wissenschaftliche Forschung betrieben wird (http://www.blutspendenstob.de/Default.aspx). In dieser Arbeit werden Vereine, die keinen Bezug zur Wissenschaft haben, ausdrücklich nicht zu dieser Organisationsform gezählt. Sportvereine beispielsweise werden den »anderen« Organisationsformen zugeordnet (siehe unten).

Wissenschaftliche Infrastrukturen und Forschungsinfrastrukturen

Laut Aussage der ehemaligen Bundesministerin für Bildung und Forschung, Johanna Wanka, sind exzellente Forschungsinfrastrukturen von zentraler Bedeutung für den Wissenschaftsstandort Deutschland, um anspruchsvolle Forschungsfragen zu beantworten und um den technologischen Fortschritt voranzutreiben (BMBF 2013; 2016).

Die Informationslage zu Infrastrukturen und ihrer Bedeutung für die Forschung ist sehr schlecht. Auch die Definition, was Infrastrukturen umfasst, ist nicht einfach: »It is by definition invisible, part of the background for other kinds of work. It is ready-to-hand.« (Star 1999: 380)

Als relationales Konzept werden Infrastrukturen real, wenn sie in Relation zu organisierten Praktiken (Jewett/Kling 1991) gesetzt werden. Nur innerhalb eines bestimmten kulturellen Kontextes ergeben sie einen Sinn. Für

einen Koch ist indes der Zugang zu Wasser als funktionierende Infrastruktur wesentlich zur Zubereitung eines Abendessens (Star 1999: 380).

Aufbauend auf der *Roadmap für Forschungsinfrastrukturen* des BMBF (2013: 2) sind Forschungsinfrastrukturen »umfangreiche Instrumente, Ressourcen oder Serviceeinrichtungen für die Forschung in allen Wissenschaftsgebieten, die sich durch eine mindestens nationale Bedeutung für das jeweilige Wissenschaftsgebiet auszeichnen sowie durch eine lange Lebensdauer (in der Regel über 10 Jahre).« Hierzu zählen Laboratorien, Geräte, Instrumente und Stoff- und Datenbanken sowie Serviceeinrichtungen für die Forschung. Sie müssen von nationaler wissenschaftspolitischer Bedeutung sein und sich durch einen offenen Zugang zur Nutzung auf Grundlage wissenschaftlicher Qualität auszeichnen. Im Bereich der STEM+-Fächer sollen die Investitionskosten für Infrastrukturen mindestens 50 Millionen Euro betragen, in den Geistes- und Sozialwissenschaften und der Bildungsforschung mindestens 20 Millionen Euro (BMBF 2015: 5). Bekannte Beispiele für Forschungsinfrastrukturen sind Forschungsschiffe für die Meeres- und Polarforschung (SONNE, POLARSTERN), Teilchenbeschleuniger für die Materialforschung, Teleskopanlagen oder sozialwissenschaftliche Längsschnittstudien (SOEP – Sozio-oekonomisches Panel). Aber nicht nur Großgeräte gehören zu den Forschungsinfrastrukturen sondern auch Datenbanken, Sammlungen, Archive, Bibliotheken, soziale Infrastrukturen (Begegnungs- und Forschungszentren) und informationstechnische Infrastrukturen (Hochleistungsrechenzentren) (BMBF 2016d).

Das Forschungsfeld der Infrastrukturen hat sich im Bereich der *Science and Technology Studies* (STS) etabliert. Unterschieden werden wissenschaftliche Infrastrukturen (Geräte, Informationstechnik, Literaturversorgungs- und Informationssysteme), die dazu dienen wissenschaftliches Wissen vorzuhalten und bereitzustellen und Forschungsinfrastrukturen (Laboratorien, Archive, Bibliotheken, Datenbanken und -zentren), die Vorleistungen für die Forschung tätigen. Auch einige WGL Institute werden den Infrastrukturen zugerechnet. Drei Gruppen an Infrastrukturen können voneinander unterschieden werden: Forschungsnahe Infrastrukturen (1), Zwischenglieder zwischen Forschung und Ermöglichung der Forschung (2) und Einrichtungen eigener Art (3).[90]

---

90 Die Informationen zum Absatz konnten aus Mitschriften eines Vortrags von Eva Barlösius mit dem Titel *Wissenschaftliche Qualität und organisationale Profilbildung: Perspektiven der Wissenschafts- und Hochschulforschung* bei der *Summer School Quo Vadis wissenschaftliche Qualität* am 16.09.2015 in Berlin gewonnen werden.

Eine Identifikation und Zuordnung zur Organisationsform der Infrastrukturen erfolgt auf Basis der oben genannten Kriterien.

Laboratorien

Laboratorien wurden erstmals im Kontext der Laborstudien als »Ort wissenschaftlicher Wissensproduktion« (Kaiser/Maasen 2010: 691) untersucht. Zu den bekanntesten Arbeiten gehören die Studien Bruno Latours und Steve Woolgars (1979), Michael Lynchs (1985) und Sharon Traweek (1988) sowie das 1981 erschienene Buch von Karin Knorr-Cetina *The Manufacture of Knowledge. An Essay on the Constructivist and Contextual Nature of Science*.

Die Organisationsstruktur und Art der Forschung in Laboratorien unterscheidet sich je nach Disziplin (Whitley 1978). Sie reicht von Grundlagenforschung bis zur anwendungsbezogen Forschung und der Durchführung von Experimenten. Knorr-Cetina hat eine umfassende anthropologische Studie zur Gewinnung wissenschaftlicher Erkenntnisse in den Naturwissenschaften vorgelegt. Ihr Untersuchungsgegenstand waren Forschungslaboratorien. Sie ging der Frage nach, wie die Interaktion von Wissenschaftlern zur Gewinnung neuen Wissens führt. Die Frage, was ein Laboratorium ist, beantwortet sie folgendermaßen:

»A local accumulation of instruments and devices within a working space composed of chairs and tables. Drawers full of minor utensils, shelves loaded with chemicals and glassware. Refrigerators and freezers stuffed with carefully labeled samples and source-materials: buffer solutions and finely ground alfalfa leaves, single cell proteins, blood samples from the assay rats and lysozymes. All of the source-materials have been specially grown and selectively bred. Most of the substances and chemicals are purified and have been obtained from the industry which serves science or from other laboratories. But whether bought or prepared by the scientists themselves, these substances are no less the product of human effort than the measurement devices or the papers on the desk. It would seem, then, that nature is not to be found in the laboratory, unless it is defined from the beginning as being the product of scientific work.« (Knorr-Cetina 1981: 4)

Mit dieser Beschreibung definiert die Autorin das Labor als einen künstlich geschaffenen Raum, der Messinstrumente und Apparaturen bereitstellt mit denen Experimente, Messungen und Qualitätsprüfungen vorgenommen werden können. Durch die Erzeugung immer gleich bleibender Bedingungen, umgangssprachlich auch als »arbeiten unter Laborbedingungen« bezeichnet, wird die Reproduzierbarkeit der gewonnenen Erkenntnisse gesi-

chert. Laboratorien dienen also der Generierung neuen Wissens, das später in Form von publizierten Zeitschriftenartikeln öffentlich gemacht wird.

Mit der Einrichtung seines Forschungslabors an der Universität Gießen im Jahr 1840 hat Justus Liebig (1803–1873), der spätere Namensgeber der Universität, das beste chemische Forschungslabor Europas seiner Zeit betrieben. Seine Idee offener Zusammenarbeit zwischen Studierenden und Professoren wurde zum Vorbild vieler universitär und außeruniversitär betriebener Laboratorien und auch der Industrieunternehmen (siehe oben). Zudem wurde der Weg zu einer Zusammenarbeit zwischen Universitäten und Industrieunternehmen geebnet (Woolf 1984: 188f.). Wie auch für die Institute und Krankenhäuser gilt auch für die Laboratorien, dass sie, wenn möglich, ihrer übergeordneten Organisation zugerechnet werden, also beispielsweise einem Unternehmen, Institut oder auch der Universität. Das Friedrich-Miescher-Laboratorium für biologische Arbeitsgruppen in Tübingen wurde im Jahr 1969 von der MPG gegründet. Durch seine enge Zusammenarbeit mit dem Max-Planck-Institut für Entwicklungsbiologie wird es diesem zugeordnet und in den Daten als »max planck institute for developmental biology tuebingen« kodiert. Einzig eigenständige Forschungslaboratorien werden in die Organisationsform Forschungslaboratorium aufgenommen. Hierzu zählen das Europäische Labor für Molekularbiologe, das Münchner Leukämielabor oder auch das Institut für Immunologie und Genetik Kaiserslautern. Das letzte Beispiel zeigt, dass nicht der Name einer Organisation seine Organisationszugehörigkeit bestimmt, sondern sein Charakter, die verfolgten Aufgaben und Ziele sowie die Art der Forschung.

Militär

Obwohl es in diesem Abschnitt um die wissenschaftliche Produktivität des Militärs und seinen Beitrag an Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften gehen soll, wird kurz über die Rolle des Militärs in der soziologischen Forschung gesprochen, da der Forschungsoutput in der vorliegenden Arbeit unter soziologischen Gesichtspunkten untersucht wird. Gegenstand der Militärsoziologie ist unter anderem die Erforschung der Rolle des Militärs als Organisation sowie sein Verhältnis zur Zivilgesellschaft (Collmer 2010: 310). Somit fällt zum einen die Analyse der Produktion wissenschaftlichen Wissens durch das Militär in das Interessengebiet dieser Arbeit. Zum anderen ist angewandte Forschung mit speziellem Charakter Teil des Militärs (Collmer 2010: 311). Sogar eigene *peer reviewed* Fachzeitschriften werden

herausgegeben. Die Zeitschrift *Military Medicine* ist die Fachzeitschrift der *Association of Military Surgeons of the United States*, der Beschäftigten im Gesundheitswesen, der Streitkräfte in der US-amerikanischen Armee. Es ist Teil des SCIE.

Zudem betriebt das Militär in Hamburg und München zwei eigene Universitäten. In ihnen wird gemäß der Aufgabe von Universitäten (siehe oben) eigene wissenschaftliche Forschung durchgeführt und publiziert. Sie fallen in den Geschäftsbereich des BMVg und wurden in den 1960er Jahren aus Mangel an Offiziersnachwuchs gegründet. Um die Attraktivität der Offizierslaufbahn zu steigern sollten die Bewerber die Möglichkeit bekommen zusätzlich zu ihrer militärischen Ausbildung einen wissenschaftlichen Hochschulabschluss zu erwerben. (Collmer 2010: 313). Hinzu kommt der Betrieb von fünf Bundeswehrkrankenhäusern in Berlin, Hamburg, Koblenz, Ulm und Westerstede.[91]

Zu unterschieden ist die an den Universitäten und Krankenhäusern betriebene Forschung allerdings von der angewandten Forschung des Militärs, die einen bestimmten Zweck verfolgt und unter Umständen der Geheimhaltung unterliegt und somit nicht in öffentlich zugänglichen Fachzeitschriften publiziert wird. Zu ihr gehören große Teile der Rüstungsforschung und der Entwicklung von Waffen(-systemen).

Zur Organisationsform des Militärs werden alle Publikationen gezählt, wenn die Autoren als organisationale Zugehörigkeit die Bundeswehr angegeben haben, oder die Publikationen einer der beiden Universitäten zugeordnet werden kann, oder aus einem der fünf Bundeswehrkrankenhäuser stammt. Sie wurden als »germany military« kodiert.

Museen

Museen gehören nicht auf den ersten Blick zu den originären Orten wissenschaftlicher Forschung, sondern werden von den Besuchern als Ausstellungsort betrachtet. Natürlich unterscheiden sie sich sehr stark in ihrer Ausrichtung. Es gibt Kunstausstellungen, Technikmuseen, Naturkundemuseen oder auch »Mitmach«-Museen speziell für Kinder, die als Lernorte begriffen werden können.

Bereits der Naturforscher Alexander von Humboldt sammelte auf seinen Forschungsreisen und Expeditionen in den USA, Lateinamerika und Asien

91 Systemverbund Bundeswehrkrankenhaus, 28.02.2018, https://bwkrankenhaus.de/startseite.html.

zu Beginn des 19. Jahrhunderts zahlreiche Pflanzenproben, Tiere, Gesteine, Kulturgüter und sonstige Stücke. Zudem fertigte er zusammen mit seinem Reisebegleiter Aimé Bonpland detaillierte Notizen zu seinen Funden an (Kehlmann 2008). Die Fundstücke wurden per Schiff zurück nach Europa geschickt und fanden später Eingang in Sammlungen von Museen. Beispielsweise lagert ein Großteil seiner Pflanzensammlung im Botanischen Museum in Berlin. Meist verbergen sich die beeindruckenden Sammlungen der Museen in separaten Räumen, die für die Besucher nicht zugänglich sind. Lediglich ein kleiner Teil der Sammlungen wird ausgestellt. Humboldt leistete mit seiner Tätigkeit einen wichtigen Beitrag zur Generierung von Wissen unter den gegebenen Umständen seiner Zeit, auch wenn sein Vorgehen aus heutiger Sicht nicht mehr als wissenschaftlich bezeichnet werden kann.

Der Deutsche Museumsbund beschreibt ein Museum als Ort für eine öffentliche Sammlung. Es ist eine Institution gesellschaftlicher Relevanz und ein lebendiger Ort des Diskurses mit einer publikumsorientierten Infrastruktur. Diese Definition wurde an die bereits 1805 veröffentlichte Krünitzsche Enzyklopädie angelehnt.[92] Eine neuere Beschreibung des Internationalen Museumsrates sagt Folgendes: Ein Museum ist eine

> »gemeinnützige, ständige, der Öffentlichkeit zugängliche Einrichtung, im Dienste der Gesellschaft und ihrer Entwicklung, die zu Studien-, Bildungs- und Unterhaltungszwecken materielle Zeugnisse von Menschen und ihrer Umwelt beschafft, bewahrt, erforscht, bekannt macht und ausstellt.« (Deutscher Museumsbund, ICOM-Deutschland 2006: 6)

Zu den Aufgaben von (naturwissenschaftlichen) Museen gehört also nicht nur die Ausstellung von Exponaten, sondern auch die Sammlung, Aufbewahrung, Erforschung, Vermittlung und Schutz des kulturellen Erbes und des Naturerbes der Menschheit. Sie verstehen sich als »Archiv für die folgenden Generationen.« (Deutscher Museumsbund, ICOM-Deutschland 2006) Museen betreiben sowohl angewandte Forschung als auch Grundlagenforschung. Zu ihr gehört konservatorische Forschung, Materialforschung, das Durchführen von Herkunftsanalysen oder Altersbestimmungen.

Die Museumslandschaft ist besonders in den naturwissenschaftlich orientierten Einrichtungen in Deutschland sehr divers. Viele der Museen sind Teil eines größeren außeruniversitären Forschungsinstituts oder werden in Zusammenarbeit mit Universitäten betrieben. Sie stellen Forschungsinfra-

92 Museumsbund, 24.03.2017, http://www.museumsbund.de/de/das_museum/geschichte_definition/definition_museum/.

strukturen bereit und ermöglichen es (Gast-)Wissenschaftlern und Studierenden sowie Promovierenden eigene Forschungsarbeiten durchzuführen. Das Botanische Museum Berlin arbeitet beispielsweise eng mit dem Institut für Biologie, Systematische Botanik und Pflanzengeografie der Freien Universität zusammen (https://www.bgbm.org/de/forschung). Auch die Naturkundemuseen der Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung in Frankfurt am Main, Dresden und Görlitz sind Teil der Leibniz Gemeinschaft.

Hier wird ersichtlich, dass eine Einordnung der Museen in die Organisationsformen der Wissenschaft nicht einfach ist und auf verschiedenen Wegen vorgenommen werden kann. In dieser Arbeit wird den bereits getroffenen Entscheidungen zur Zuordnung von Einrichtungen, die einer Dachorganisation angehören, gefolgt. Ist das Museum Teil einer Universität oder eines Instituts wird es unter dem Namen kodiert. Das Botanische Museum als »free university berlin« und die Naturkundemuseen der Senckenberg Gesellschaft als Teil des Forschungsinstituts Senkenberg als »leibniz institute senckenberg society for nature research«. Lediglich Museen, die keine andere organisationale Zugehörigkeit aufweisen, wie das Alte und Neue Museum, das Hessische Landesmuseum Darmstadt oder das Zoologische Museum Hamburg, werden in die Organisationsform der Museen aufgenommen.[93]

Nicht-universitäre Bildungseinrichtungen

In die Organisationsform der nicht-universitären Bildungseinrichtungen fallen alle Organisationen, die sich der akademischen Lehre und Ausbildung von Schülern oder Studierenden widmen. Hierzu zählen besonders alle (Fach-)Hochschulen, die im Gegensatz zu den Universitäten nicht über das Promotionsrecht verfügen und alle anderen Einrichtungen des tertiären Bereichs, in denen Studierende eher praxis- und berufsorientiert ausgebildet werden. Eine detaillierte Vorstellung der Charakteristiken, Aufgaben und Ziele der Fachhochschulen in Deutschland erfolgte bereits in Abschnitt 8.3

93 Auch wenn die Entscheidungen zur Einordnung der Museen in Frage gestellt werden können, wird zu zeigen sein, dass sie bei der Auswertung der einzelnen Organisationsformen keinen großen Einfluss haben. Weder die Museen noch die Infrastrukturen, zu denen die Museen am ehesten gehören, weisen einen großen Publikationsoutput auf (siehe Abschnitt 9.3.2). Eine Kombination beider Organisationsformen oder eine Umkodierung einzelner Organisationen kann zur Beantwortung spezieller Fragestellungen problemlos vorgenommen werden.

dieser Arbeit. Aus diesem Grund wird sich hier auf eine Zusammenfassung der Ergebnisse beschränkt.

Fachhochschulen zeichnen sich durch einen stärkeren Anwendungsbezug der Ausbildung und eine kürzere Studienzeit aus (Enders 2016). Obwohl sich die Fachhochschulen durch zunehmenden *academic drift* immer stärker an die Universitäten angleichen (Teichler 2005; Lenhardt 2005), bildet die Promotion das einzige Distinktionsmerkmal einer institutionellen Typenunterscheidung zwischen Universitäten und (Fach-)Hochschulen (Witte 2006). Fachhochschulen sind aktiv im Technologie- und Wissenstransfer, um die regionale Wirtschaft zu stärken (Enders 2010). Ihre Forschung ist, auch aufgrund ihrer Nähe zu (Industrie-)Unternehmen, anwendungsbezogen oder an der Entwicklung orientiert. Unternehmen fragen verstärkt wissenschaftliches Wissen nach und beteiligen sich an der Finanzierung der Forschung an Fachhochschulen. Als Beispiele können die Fachhochschule Gießen, die Technische Fachhochschule Mittelhessen und die *European Management School* genannt werden. Im Datensatz befinden sich aber auch nicht-universitäre Bildungseinrichtungen, die keine (Fach)Hochschulen sind. Dies sind aber Einzelfälle, die zur Produktion wissenschaftlichen Wissens beitragen, wie beispielsweise die Logopädieschule der Deutschen Angestellten Akademie im Jahr 2010.

Andere Organisationen

Die Auswertung des SCIE hat zu dem Ergebnis geführt, dass nicht alle in den Daten gefundenen Einzelorganisationen den oben beschriebenen Organisationsformen zugeordnet werden können, da sie einen anderen Charakter aufweisen und unterschiedliche Aufgaben und Ziele verfolgen. Dies hat verschiedene Gründe, die im Folgenden erläutert werden sollen:

Erstens, es handelt sich um spezielle Einzelfälle. Hierzu gehören beispielsweise Publikationen eines Sportvereins, des Olympischen Trainingszentrums, von Schreibservices, eines Gefängnisses in Süddeutschland, des Projekts zur Wiederansiedlung des Lachses am Rhein oder von Privatleuten.

Zweitens, alle Publikationen von Arztpraxen wurden in die Gruppe aufgenommen. Obwohl sie ähnliche Aufgaben und Ziele wie Krankenhäuser verfolgen, unterscheiden sie sich dahingehend, dass sie lediglich eine ambulante Betreuung der Patienten anbieten und eigentlich keine Forschungsziele verfolgen oder an klinischen Studien beteiligt sind. Da Einzelauswertungen

auf der Mikroebene anhand einzelner Autoren nicht durchgeführt werden können, wurden die Arztpraxen gemeinsam als »private doctor« kodiert.

Drittens, Rechtsanwälte und Beratungsunternehmen sowie Coachinganbieter werden getrennt von den Unternehmen betrachtet, da sie häufig eigene Kanzleien betreiben oder selbständig tätig sind. Handelt es sich allerdings um ein größeres Unternehmen, dass mit seiner Dienstleistung Profite im größeren Rahmen erzielen möchte, wurde es der Organisationsform »Unternehmen« zugeordnet.

Viertens, die größte in dieser Form zu findenden Organisationen werden als hybride Organisationen bezeichnet. Sie bestehen im Kontext dieser Arbeit meist aus einem Zusammenschluss von Universitäten und außeruniversitären Forschungsinstituten. Warum sie gesondert betrachtet werden und nicht einer der beiden Organisationsformen zugeordnet wurden bedarf einer Erklärung. Über die Herausbildung hybrider Organisationsformen der Wissenschaft, besonders in den letzten Jahren, wurde bereits in den Kapiteln 4, 5 und 8 dieser Arbeit berichtet. Allerdings ist diese Form der Organisation der Forschung kein gänzlich neues Phänomen, denn bei der bereits 1710 gegründeten Charité – Universitätsmedizin Berlin handelt es sich um eine hybride Organisation, bestehend aus den medizinischen Fakultäten zweier Universitäten und 104 Lehrkrankenhäusern sowie von 17 CharitéCentren. Als KIT wird die 2009 aus der Fusion der Universität Karlsruhe und dem Forschungszentrum Karlsruhe hervorgegangene »Forschungsuniversität der Helmholtz-Gemeinschaft« bezeichnet. Die JARA ist keine »echte« Vereinigung zweier Einrichtungen, sondern eine Allianz zwischen der RWTH Aachen und dem Forschungszentrum Jülich. Besonders die Publikationen der Charité und des KIT umfassen einen Großteil des Publikationsoutputs der anderen Organisationsformen (Kapitel 8). Die Entscheidung sie nicht den Universitäten zuzuordnen wurde zu Beginn des Projekts getroffen, um die Möglichkeit einer Sonderauswertung hybrider Organisationsformen offen zu halten, die im Rahmen dieser Arbeit leider nicht mehr realisiert werden konnte. Allerdings ermöglicht die detaillierte Kodierung aller Einzelorganisationen eine flexible Zuordnung zu einer anderen Organisationsform, da sie im Datensatz schnell identifiziert werden können und eine sorgfältige Dokumentation des Kodiervorgangs unter Berücksichtigung der historischen Entwicklung der Einzelorganisationen vorgenommen wurde. Durch eine Auswertung der Einzelorganisationen der anderen Organisationsformen mit einer Ausgabe der absoluten Publikationszahlen können auf

Wunsch die Publikationen der Hybride den Universitäten zugerechnet werden (Abschnitt 9.4).

Bereits an dieser Aufzählung wird deutlich, dass bei der Kodierung und Einordnung der Daten in eine bestimmte Organisationsform sorgfältig vorgegangen werden muss. Eine genaue Dokumentation, warum welche Zuordnungsentscheidungen getroffen wurden, ist unerlässlich. Nachdem dieser zeitraubende Vorbereitungsschritt und die Aufbereitung der Daten nach mehr als zwei Jahren abgeschlossen wurde, werden im nächsten Abschnitt die empirischen Ergebnisse vorgestellt.

9.3.2 Auswertung der Daten

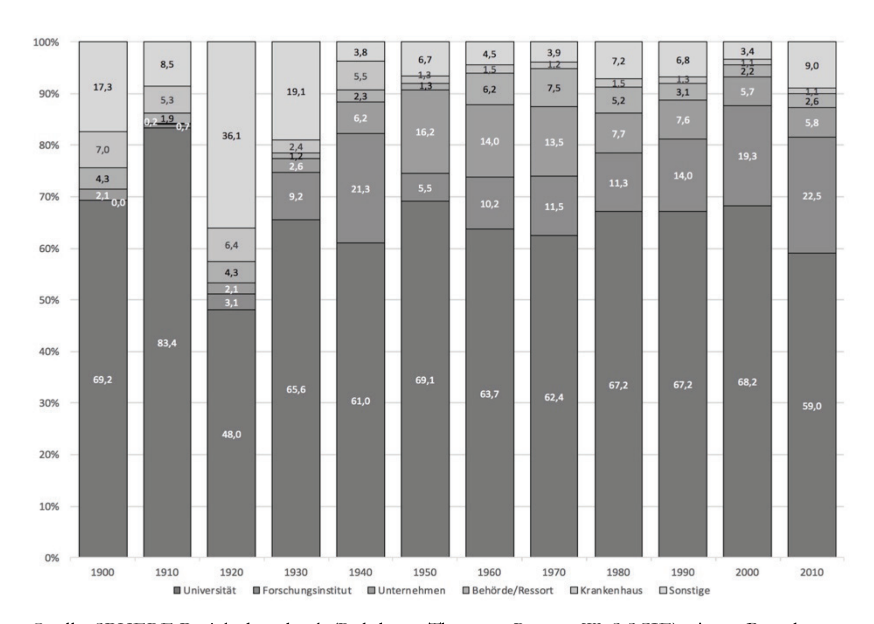
Anschließend an die in Abschnitt 9.2 binäre Unterscheidung zwischen Universitäten und Nicht-Universitäten (Abbildung 17) erfolgt nun auf Basis der Unterscheidung einzelner Organisationsformen die umfassende Analyse über den gesamten der Arbeit zu Grunde liegenden Untersuchungszeitraum von 1900 bis 2010. Analysiert wird das Zusammenspiel der Organisationsformen der Wissenschaft in Deutschland und eine Beschreibung eines möglichen institutionellen Wandels. Die Auswertung der Daten wurde in 10-Jahres-Schritten vorgenommen, die Diskussion erfolgt schrittweise. Anhand der Dimensionen Expansion und Vielfalt rückt nun die Mesoebene ins Zentrum des Interesses, wobei hier die Vielfalt der Produktion wissenschaftlichen Wissens in Form von Zeitschriftenartikeln in den STEM+-Fächern in unterschiedlichen organisationalen und institutionellen Settings im Vordergrund steht. Es geht um die Frage, welche Organisationsformen die besten Bedingungen für wissenschaftliche Produktivität bereitstellen.

Die technische Umsetzung der Auswertung orientiert sich an einer Berechnung der Daten nach der WC Methode (Abschnitt 6.7), um sicherzustellen, dass jede Organisation, die an der Publikation eines Zeitschriftenartikels beteiligt war, berücksichtigt wird. Im Gegensatz zur Darstellung der wissenschaftlichen Expansion, wie sie in Abschnitt 9.1 für Deutschland präsentiert wurde, steht bei der Untersuchung der Vielfalt des organisationalen Feldes nicht die Anzahl der Zeitschriftenartikel im Mittelpunkt, sondern die an einer Publikation beteiligten Organisationsformen.

Zunächst werden die Ergebnisse für die fünf wichtigsten Organisationsformen vorgestellt und miteinander in Beziehung gesetzt (Abbildung 19). Es folgt ein kurzer Abschnitt zur wissenschaftlichen Produktivität der weiteren Organisationsformen der Wissenschaft. Die theoretische Einbettung auf der

Mesoebene (Abbildung 5) erfolgt mit Hilfe der Konzepte des soziologischen NI, um die wechselseitigen Beziehungen zwischen Organisationen und Institutionen zu erfassen. Das organisationale Feld der Wissenschaft wird aufgespannt und die Organisationsformen werden im Feld verortet (Abschnitt 4.1). Der historische Institutionalismus hingegen nimmt zeitliche Entwicklungen und Prozesse in den Blick. Die Konzepte der Pfadabhängigkeit und *critical junctures* helfen bei der Analyse der ablaufenden Entwicklungen (Abschnitt 4.2.2). Zur Beschreibung eines möglichen Wandels der wissenschaftlichen Produktivität wird die Idee der Transformation der Wissenschaft von *Mode 1* zu *Mode 2* genutzt (Abschnitt 4.3.1). Beispielhaft wird mit Hilfe des Ansatzes der Triple-Helix der Versuch unternommen, Wissenschaft, Staat und Industrie in Bezug auf die Produktion wissenschaftlichen Wissens miteinander in Beziehung zu setzen (Abschnitt 4.3.2).

Abbildung 19: Wissenschaftliche Produktivität der 5 wichtigsten Organisationsformen in Deutschland (WC; in Prozent), 1900–2010



Quelle: SPHERE Projektdatenbank (Rohdaten; Thomson Reuters WoS SCIE), eigene Berechnung

Persistenz oder institutioneller Wandel: Die fünf produktivsten Organisationsformen im organisationalen Feld der Wissenschaft

Bereits im vorangegangenem Abschnitt 9.2 wurde eine erste Organisationsform des organisationalen Feldes der Wissenschaft in den Blick genommen: die Universität. In Abbildung 17 konnte bereits gezeigt werden, dass sie zu den wichtigsten Produzenten wissenschaftlichen Wissens in Deutschland gehört. Im Vergleich zu allen anderen Organisationen publizieren die in den Universitäten beheimateten Wissenschaftler den Großteil aller Zeitschriftenartikel in den STEM+-Fächern. Über einen Zeitraum von 25 Jahren hinweg konnte gezeigt werden, dass ihr Anteil mit rund 60 Prozent stabil geblieben ist. Allerdings handelte es sich lediglich um einen kurzfristigen Einblick in die Rohdaten.

Mit den kodierten und bereinigten Daten, die diesem Kapitel zu Grunde liegen, wird bestätigt, was in Abschnitt 9.2 bereits gezeigt wurde. Abbildung 19 verdeutlicht, dass die Universitäten seit Beginn des Untersuchungszeitraums der Arbeit, also ab 1900, jederzeit mehr als 50 Prozent aller Publikationen veröffentlicht haben. Oft liegt ihr Anteil sogar bei über zwei Dritteln. Im Jahr 1900 produzierten die Universitäten 69,2 Prozent aller Publikationen und im Jahr 1910 sogar 83,4 Prozent. Dies ist dadurch zu erklären, dass die wichtigen außeruniversitären Forschungsinstitute in Deutschland erst später gegründet wurden. Nach einem Absinken des Anteils der Universitäten im Jahr 1920 stabilisierte sich die Organisationsform der Universitäten über den Zeitraum von 1930 bis 2000 mit geringen Schwankungen. Immer lagen die Anteile der Universitäten bei über 60 Prozent. Erst im Jahr 2010 kam es wieder zu einer Verringerung auf 59 Prozent, die durch einen Anstieg des Anteils der außeruniversitären Forschungsinstitute erklärt werden kann. Gemessen in absoluten Zahlen (Tabelle A10, im Anhang) ist die Produktivität im Zeitverlauf simultan zur Expansion der wissenschaftlichen Produktivität gestiegen. Besonders zwischen den Jahren 1970 und 1980 haben sich die Publikationszahlen von 5.346 auf 19.539 mehr als verdreifacht. Im Jahr 1990 wurden bei einem gleich bleibenden Anteil an der wissenschaftlichen Produktivität von 67,2 Prozent allerdings 7.177 Artikel mehr veröffentlicht als 1980. Im Jahr 2000 betrug die Anzahl an Zeitschriftenartikeln, die von Universitäten in Zeitschriften des SCIE publiziert wurden, 41.203. Es scheint, dass die Universitäten mit ihrer Orientierung an Grundlagenforschung und Organisation der Forschung exzellente Voraussetzungen besitzen, um zur wissenschaftlichen Produktivität beizutragen, obwohl sie zu-

sätzlich ihrer Aufgabe der Betreuung des wissenschaftlichen Nachwuchses und der akademischen Lehre nachkommen müssen.

Die zweitwichtigste Organisationsform der Wissenschaft bilden die außeruniversitären Forschungsinstitute, insbesondere diejenigen die unter den Dachorganisationen der MPG, HGF, WGL und FhG zusammengefasst werden. Dieser Befund bestätigt die in Kapitel 8 beschriebene Dualität des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems. Auf den ersten Blick fällt auf, dass der prozentuale Anteil der Institute an der wissenschaftlichen Produktivität im Vergleich zu den Universitäten sehr gering ist. Er beträgt zwischen null und 22,5 Prozent.

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts spielen sie kaum eine Rolle, da sie erst später eingerichtet wurden. Im Jahr 1900 veröffentlichten Forschungsinstitute keinen einzigen Artikel und auch im Folgejahr 1910 lediglich zwölf. Die KWG wurde zwar bereits im Jahr 1911 als Vorläuferorganisation der MPG gegründet, allerdings wurde ein Großteil ihrer Institute erst in den 1960er Jahren eingerichtet. Ein Anstieg der Produktivität von 3,1 Prozent (1920) auf 9,2 Prozent im Jahr 1930 zeigt aber eine erste Tendenz der Zunahme außeruniversitärer Forschung in unabhängigen Instituten. Dies spiegelt sich auch in einer Analyse der Einzelorganisationen wider, die zeigt, dass fast ausschließlich KWG Institute wissenschaftliche Zeitschriftenartikel publiziert haben. Obwohl die FhG bereits nach Beendigung des Zweiten Weltkriegs zum Ausbau der angewandten Forschung in Deutschland gegründet wurde, führt sie bis heute hauptsächlich anwendungsorientierte Forschung durch, die seltener in *peer reviewed* Zeitschriften veröffentlicht wird, sondern eher Eingang in die Industrie findet oder in Form angemeldeter Patente ausgedrückt wird. Allerdings zeigt die Zunahme der Publikationen der Institute einen Anstieg um 4,7 Prozentpunkte vom Jahr 1950 auf 1960. Im Jahr 1970 blieben die Publikationszahlen der außeruniversitären Forschungsinstitute stabil und stiegen erst im Jahr 1990 auf einen Anteil von 14 Prozent an der Gesamtproduktion wissenschaftlichen Wissens an. Mit Gründung der HGF und dem damit einhergehenden Ausbau der Großforschungseinrichtungen waren die außeruniversitären Forschungsinstitute erstmals mit einem Anteil von knapp einem Fünftel am Publikationsaufkommen beteiligt. Im Jahr 2010 konnte ihr Anteil nochmals auf 22,5 Prozent gesteigert werden.

In absoluten Zahlen gemessen, haben die außeruniversitären Forschungsinstitute seit Beginn der 1970er Jahre eine enorme Entwicklung durchgemacht. Ihre Publikationszahlen stiegen von 1970 (981) auf 1980 (2.224) um mehr als das Dreifache und von 1990 bis 2010 in 10-Jahres-

Schritten jeweils noch einmal um ungefähr das Doppelte. Innerhalb der Gruppe der außeruniversitären Forschungsinstitute sind allerdings große Unterschiede feststellbar. Als besonders forschungsstark haben sich die Institute der MPG und der HGF erwiesen (siehe hierzu auch Abschnitt 9.4 zu den führenden Wissenschaftsproduzenten Deutschlands). Zusammengenommen dominieren die vier staatlich finanzierten Forschungsorganisationen (Abschnitt 8.2) die Organisationsform der außeruniversitären Institute. An dieser Stelle ist anzumerken, dass bei einer Analyse des Verhältnisses einzelner Organisationsformen ihre Größe, am besten ausgedrückt in der Anzahl der beschäftigten Wissenschaftler, mit einbezogen werden müsste. Zu den Schwierigkeiten der Nutzung dieser Daten wurde in Abschnitt 7.1 berichtet. Da die Anzahl der Wissenschaftler bei der hier vorliegenden Analyse keine Berücksichtigung finden konnte, beschränkt sich dieser Abschnitt auf die Verhältnisse der absoluten Publikationszahlen zueinander. In Abschnitt 9.4 folgt eine Auswertung der führenden Wissenschaftsproduzenten Deutschlands, in dem explizit auf die Beziehung zwischen Universitäten und Instituten sowie ihrem Beitrag zur wissenschaftlichen Produktivität im Detail eingegangen wird.

Im Zeitverlauf haben die in Deutschland traditionell eigene Forschung betreibenden Unternehmen stark an Bedeutung verloren. Dennoch sind sie Teil der fünf wichtigsten Organisationsformen wissenschaftlicher Produktivität. Nach einem Aufschwung nach Beendigung der Weltwirtschaftskrise in den 1920er und 30er Jahren und des Zweiten Weltkriegs und mit Einsetzen der *Big Science* sank ihr Anteil von 16,2 Prozent im Jahr 1950 auf lediglich 5,8 Prozent im Jahr 2010. Das Verhältnis von Unternehmen (U) und außeruniversitären Forschungsinstituten (I) kehrte sich um. Auch in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurden kaum Publikationen von Unternehmen veröffentlicht. Und in den Jahren 1950 (U: 362; I: 123), 1960 (U: 760; I: 552) und 1970 (U: 1.158; I: 981) haben sie mehr Zeitschriftenartikel publiziert als die Institute. Obwohl die Wirtschaft wesentlich mehr in FuE investiert als die Hochschulen und der Staat bleibt die Produktivität der Unternehmen auf geringem Niveau. Sie stellen also wahrscheinlich keine optimalen Bedingungen für wissenschaftliche Forschung bereit. Die auf angewandte FuE fokussierten Unternehmen publizieren die Ergebnisse ihrer eigenen Forschung seltener als die klassischen Organisationen der Wissenschaft. Es kann bestätigt werden, dass Unternehmen zwar auf wissenschaftliche Expertise angewiesen sind und auch Forschung betreiben, es ist aber offensichtlich, dass die Ergebnisse ihrer Arbeit eher in andere Output-Formate (beispielsweise

Patente) Eingang finden. Die Publikation von Ergebnissen in Fachzeitschriften und der daraus abgeleitete Dialog mit anderen Forschern der wissenschaftlichen Gemeinschaft hat für Unternehmen keine Priorität. Wahrscheinlich werden Forschungsergebnisse auch betriebsintern zur (Weiter-) Entwicklung von Produkten genutzt. Um Ideen vor Mitbewerbern auf dem Markt zu schützen, werden die wissenschaftlichen Erkenntnisse nicht publiziert. Es ist zu vermuten, dass eine Vielzahl der untersuchten Zeitschriftenartikel Produkte aus der Zusammenarbeit mit Universitäten oder Forschungsinstituten (beispielsweise der FhG) sind.

Die Behörden und Ressortforschungseinrichtungen bilden die Gruppe der viertstärksten Organisationsform im organisationalen Feld der Wissenschaft in Deutschland. Sie haben im Vergleich zu den Universitäten und außeruniversitären Forschungsinstituten allerdings nur einen geringen Anteil an der wissenschaftlichen Produktivität in Form von Zeitschriftenartikeln in den STEM+-Fächern. Ihre Bedeutung ist im Vergleich zu den Unternehmen etwas geringer, im Kontrast zu den Krankenhäusern etwas größer. Besonders in den letzten 20 Jahren des Untersuchungszeitraums von 1990 bis 2010 spielen sie fast keine Rolle mehr. Ihr Anteil am Publikationsoutput in den STEM+-Fächern betrug zwischen 2,2 und 3,1 Prozent. Im Gegensatz zu den Unternehmen, deren absolute Publikationszahlen in diesem Zeitraum stiegen, obwohl sie Anteile verloren haben, publizierten die Behörden und Ressortforschungseinrichtungen auch weniger Zeitschriftenartikel. Ihre Orientierung an angewandte und politikorientierte Forschung sowie der Bereitstellung von Informationen für die Politik verhindert autonome Forschung. Zusätzlich greifen die übergeordneten Ministerien mehr oder weniger stark in die Forschungsagenda der Ressortforschungseinrichtungen ein. Regulierungs- und Prüfaufgaben müssen wahrgenommen werden. Es bleibt also wenig Zeit, wissenschaftliche Forschung zu betreiben, deren Ergebnisse in Form von Zeitschriftenartikeln veröffentlicht werden könnten.

Durch die in dieser Arbeit vorgenommene Trennung von akademischen Lehrkrankenhäusern und eigenständigen Krankenhäusern ist der Befund nicht überraschend, dass die Krankenhäuser nur sehr wenig zur wissenschaftlichen Produktivität in Deutschland beitragen. Durch die Zuordnung der Krankenhäuser zur Gruppe der Universitäten wird ein Großteil ihrer Forschungstätigkeit verdeckt. Mit der Begründung, dass die Forschung fast ausschließlich in Kooperation mit Wissenschaftlern in den Universitäten stattfindet, sollte der Frage nachgegangen werden, wo sie stattfindet, da Krankenhäuser aufgrund ihrer Aufgabe der Pflege und Heilung von Patien-

ten grundsätzlich keinen Forschungsauftrag haben. Die Auswertung der Daten zeigt aber, dass zwar der Großteil der Forschung in Kooperation mit Universitäten in akademischen Lehrkrankenhäusern stattfindet, dass aber auch das Personal in eigenständigen Krankenhäusern zur wissenschaftlichen Produktivität beiträgt. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts waren sie als Organisationsform der Wissenschaft deutlich wichtiger als Forschungsinstitute, Unternehmen und Behörden und Ressortforschungseinrichtungen. Erst nach dem Zweiten Weltkrieg haben sie anteilig wesentlich weniger publiziert als vorher. Seitdem ist ihr Anteil an der wissenschaftlichen Produktivität mit durchschnittlich 1,3 Prozent im Zeitverlauf zwischen 1950 und 2010 anhaltend stabil geblieben.

Die Vorherrschaft der Universitäten bei der Produktion wissenschaftlichen Wissens ist beeindruckend. Über den gesamten Zeitraum hinweg zeichnen sie sich als wichtigste Institution der Wissensgesellschaft aus (Krücken 2003: 315). Es ist also überaus berechtigt, dass ihr die meiste Aufmerksamkeit in Form wissenschaftlicher Studien geschenkt wird (Clark 2006; Stichweh 2010). Universitäten konnten ihre institutionelle Identität über den gesamten Zeitraum hinweg erhalten und zeigen sich äußerst resistent gegenüber Veränderungen. Was aber nicht heißt, dass sie nicht anpassungsfähig sind. Sie gehen auf die in Kapitel 2 und Abschnitt 8.1 gezeigten Veränderungen der Organisation der Wissenschaft ein und verfolgen unterschiedliche Konzepte. Allerdings haben bisher veränderte Rahmenbedingungen und Erwartungen anderer Akteure (beispielsweise aus der Politik oder Wirtschaft) nicht direkt zu einem institutionellen Wandel der Universitäten geführt (Krücken 2003: 332) oder die Publikationstätigkeit der in ihr beschäftigten Wissenschaftler beeinflusst. Durch die außergewöhnliche Expansion und globale Diffusion sowie die über den gesamten Zeitraum hinweg gleichbleibende strukturelle Isomorphie (Frank/Meyer 2007: 287) konnten sich die Universitäten als treibende Kraft der Wissensproduktion behaupten. Obwohl sie zusätzlich zur Forschung den wissenschaftlichen Nachwuchs ausbilden und einen Beitrag zur Lehre leisten müssen, wird Grundlagenforschung in den STEM+-Fächern betrieben.

Grundsätzlich zeigt die Stabilität der Universitäten als herausragende Organisationsform der wissenschaftlichen Produktivität, dass sich das organisationale Feld der Wissenschaft im Zeitverlauf nicht sehr stark verändert hat. Auch die Verhältnisse der Verteilung der Organisationsformen und somit ihre Beziehungen zueinander haben sich zumindest seit dem Jahr 1950 nicht groß verschoben. Allerdings haben die außeruniversitären Forschungs-

institute an Bedeutung gewonnen, die Unternehmen und Behörden und Ressortforschungseinrichtungen verloren. Die starken Schwankungen im Zeitraum von 1900 bis 1940 bis zum Ende der ersten Phase wissenschaftlicher Produktivität (Abbildung 11) können durch die insgesamt instabile politische Situation, ausgelöst durch die beiden Weltkriege, erklärt werden. Im Jahr 1945, also zwischen zwei Beobachtungsprunkten wurde keine Forschung publiziert (Abschnitt 9.1). Zu dieser Zeit musste das gesamte deutsche Hochschul- und Wissenschaftssystem neu aufgebaut und konsolidiert werden. Nur die bereits seit Beginn des 19. Jahrhunderts bestehenden Forschungsuniversitäten haben die Einflüsse von außen, durch ihren hohen Institutionalisierungsgrad, gut überstanden und konnten ihren wissenschaftlichen Betrieb relativ schnell nach Beendigung der Krisen wieder aufnehmen.

Die Einrichtung der außeruniversitären Forschungsinstitute zu verschiedenen Zeitpunkten im 20. Jahrhundert sind ein gutes Beispiel für einem im Zeitverlauf stattfindenden graduellen Wandel des organisationalen Feldes der Wissenschaft. Zu Beginn des Untersuchungszeitraums gab es in Deutschland nur sehr wenige außeruniversitäre Forschungsinstitute. Erst mit Gründung der KWG im Jahr 1911 etablierte sich langsam ein außeruniversitärer Forschungssektor. Es kam zur Institutionalisierung ihrer Forschung, die sich innerhalb der Dachorganisationen nicht sehr stark verändert hat (Abschnitt 8.2). Ihre Anteile an der Produktion wissenschaftlichen Wissens ist seit den 1960er Jahren kontinuierlich angestiegen. Als Begründung für den Anstieg können unter anderem Institutsneugründungen in den 1960er Jahren und ein damit einhergehender Anstieg der Anzahl der Wissenschaftler und verstärkte Investitionen in FuE angegeben werden.

Zusammenfassend stellen die Universitäten und außeruniversitären Forschungsinstitute die besten Bedingungen für wissenschaftliche Produktivität bereit. Um gute Forschung durchführen zu können, sollten sich die Aufgaben und Ziele einer Organisation an denen der Universitäten und außeruniversitären Forschungsinstitute orientieren.

Die heterogene Gruppe der »Sonstigen« Organisationsformen

Werden zusätzlich zu den fünf wichtigsten Organisationsformen die Akademien, Gesellschaften und Vereine, Infrastrukturen, Laboratorien, Militär, Museen und nicht-universitäre Bildungseinrichtungen in das organisationale Feld der Wissenschaft mit aufgenommen, zeigt sich ein weitaus heterogeneres Bild (Tabelle A10, im Anhang). Im Untersuchungszeitraum variiert die

Größe der Gruppe der »Sonstigen« Organisationsform zum Teil erheblich. Ihr Anteil an der wissenschaftlichen Produktivität schwankt zwischen 36,1 Prozent im Jahr 1920 und 3,4 Prozent im Jahr 2000. Da ihr Anteil im Durchschnitt aber sehr gering ist und sie aus vielen verschiedenen Organisationsformen besteht, ist eine detaillierte Auswertung zur Beantwortung der Fragestellung, welche Organisationsformen die besten Bedingungen für wissenschaftliche Produktivität bereitstellen, nicht zielführend.

Dennoch sollen exemplarisch ein paar Punkte hervorgehoben werden: Im Jahr 1900 wurde mehr als die Hälfte der Publikationen von den Akademien (132) publiziert. Sie gehören zu den ältesten Organisationsformen der Wissenschaft. Die Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldia wurde bereits 1652 gegründet. Zu ihren Anfangszeiten waren die Akademien die einzigen unabhängigen Forschungseinrichtungen, die auch Zeitschriften herausgaben. Mit ihrem Funktionsverlust und der Übergabe ihres Forschungsauftrags an die modernen Forschungsuniversitäten wendeten sie sich anderen Aufgaben zu. Sie sind aber bis heute aktiv am wissenschaftlichen Diskurs beteiligt. Über den gesamten Zeitraum bis 1990 sind sie die forschungsstärkste Organisationsform in der Gruppe der »Sonstigen«. Der angestiegene Publikationsoutput der Organisationsform des Militärs in den Jahren 1920 und 1940 liegt höchstwahrscheinlich in einer Steigerung der Rüstungsforschung um die beiden Weltkriege begründet. Der Beginn des 20. Jahrhunderts markierte auch die Zeit der »Privatforschung«, was sich darin ausdrückt, dass viele Naturwissenschaftler zu Hause ihre eigenen Laboratorien unterhielten – wie auch Guillaume Kroll in Luxemburg (Abschnitt 2.4.2). Mit insgesamt 109 Publikationen im Jahr 1930 trugen die Laboratorien einen Anteil von 2,8 Prozent zur wissenschaftlichen Produktivität bei. Gemäß den Ausführungen zu den Beschreibungen der Organisationsformen in Abschnitt 9.3.1 haben die Gesellschaften und Vereine, Infrastrukturen, und Museen nur einen geringen Beitrag an der Produktion wissenschaftlichen Wissens. Sie haben andere Aufgaben und verfolgen unterschiedliche Ziele.

Auch wenn in Abschnitt 8.3 angedeutet wurde, dass sich die Fachhochschulen an die Universitäten angleichen, beteiligen sie sich nicht groß an der wissenschaftlichen Wissensproduktion. Die Analyse der Organisationsform der nichtuniversitären Bildungseinrichtungen zeigt dies eindrücklich. Zwischen 1940 und 1970 wurden von dieser Form keine Artikel veröffentlicht. Auch in den Jahren davor war ihr Anteil an der wissenschaftlichen Produktivität sehr gering. Erst seit den 1980er Jahren publizieren sie eine geringe Anzahl an Zeitschriftenartikeln. Im Vergleich zu den wichtigsten Organisa-

tionsformen nähern sie sich mit ihrem Publikationsoutput an die Krankenhäuser an. Es ist also erkennbar, dass sie forschend tätig sind. Kooperationen mit (Industrie-)Unternehmen und der Ausbau angewandter Forschung führt aber nicht gleichzeitig zu einem Anstieg an Publikationen in *peer reviewed* Fachzeitschriften. Der relativ hohe Anteil der anderen Organisationsformen kann größtenteils dadurch erklärt werden, dass die hybriden Organisationen, Charité und KIT, in dieser Gruppe enthalten sind. Von den insgesamt 8.316 Publikationen im Jahr 2010 entfallen allein 2.030 auf die Charité und 1.630 auf das KIT. Dies entspricht einem Anteil von 24,4 und 19,6 Prozent, also insgesamt 44 Prozent.

Wissenschaftliche Produktivität in den STEM+-Fächern zwischen Mode 1 und Mode 2 Wissenschaft

Die These, dass sich die Form der Wissensproduktion im Zeitverlauf verändert hat (Gibbons u.a. 1994), kann für die STEM+-Fächer nicht bestätigt werden. Die traditionelle Form der Grundlagenforschung, die in Universitäten seit Jahrhunderten betrieben wird, trägt über den gesamten Untersuchungszeitraum am meisten zur Produktion wissenschaftlichen Wissens bei. Die Universitäten haben nicht an Einfluss verloren und nehmen weiterhin die wichtigste Rolle bei der Produktion wissenschaftlichen Wissens ein. Allerdings kann gezeigt werden, dass im Zeitverlauf die Anzahl an Organisationsformen, die wissenschaftliche Publikationen veröffentlichen, immer größer geworden ist. Trotz allem behaupten die fünf wichtigsten Organisationsformen wissenschaftlicher Produktivität ihre Rolle im organisationalen Feld der Wissenschaft. Erst wenn der kleine Anteil der »Sonstigen« Organisationsformen detailliert untersucht wird, zeigt sich die steigende Heterogenität des Feldes. Es scheint, dass die als *Mode 1* beschriebene akademische, disziplinär ausgerichtete und autonome Forschung die besten Bedingungen zur wissenschaftlichen Produktivität bereitstellt. Obwohl auch anwendungsorientiert Forschende einen Beitrag zur Erhöhung der Wissensproduktion leisten, muss zurückgewiesen werden, dass eine zusätzliche Orientierung an *Mode 2* zu einer Schwächung der Universitäten geführt hat. Allerdings zeigt sich in der zunehmenden Heterogenität des organisationalen Feldes, dass der immer größer werdenden Diversität des Wissenschaftssystems und der voranschreitenden Verzahnung von Wissenschaft und Gesellschaft Rechnung getragen wird (Nowotny u.a. 2003: 186ff.). Besonders Abbildung 19 macht deutlich, dass schon seit 1900 andere Teilbereiche wie Unternehmen,

Behörden und Ressortforschungseinrichtungen sowie Krankenhäuser einen Anteil an der wissenschaftlichen Produktivität hatten. Eine Auswertung der Daten dieser Arbeit zeigt, dass *Mode 1* und *Mode 2* Wissenschaft nebeneinander existieren und es nicht zu einem Ersatz der traditionellen Form der Wissensproduktion durch *Mode 2* in den STEM+-Fächern kam. Ein früher Hinweis auf einen Wandel kann lediglich in der Einrichtung anwendungsbezogener außeruniversitärer Forschungsinstitute gesehen werden, die ihren Anteil an der Produktion wissenschaftlichen Wissens im Zeitverlauf steigern konnten. Somit kann der von Dominique Pestre (2003: 245) aufgestellten These, dass Wissenschaft schon immer in unterschiedlichsten Organisationsformen produziert wurde, gefolgt werden.

Anders als beim Konzept der Transformation der Wissenschaft zu *Mode 2* geht das Modell der Triple-Helix davon aus, dass Universitäten ihre wichtige historische Rolle erhalten (Harmsen 2013: 21). Die Universität behält ihre Schlüsselrolle als wichtigste Institution der Wissenschaft so lange sie ihrem originären Bildungsauftrag nachkommt (Etzkowitz/Zhou 2006). Durch die Einrichtung neuer Organisationsformen der Wissenschaft und der Herausbildung hybrider Organisationen (KIT, JARA, Charité) kann der Wandel innerhalb der Wissenschaft beschrieben werden. Die Triple-Helix dient als Erklärungsmodell einer *Mode 2* Wissenschaft, die als historisch gewachsene Struktur zur Produktion wissenschaftlichen Wissens beiträgt.

Zwar konnte in dieser Arbeit gezeigt werden, dass sowohl die Wissenschaft als auch der Staat und die Industrie zur wissenschaftlichen Produktivität beitragen, allerdings konnten die Beziehungen zwischen den Organisationsformen nicht untersucht werden. Hierzu wäre eine Netzwerkanalyse notwendig. Um erste Einblicke in die Beziehungen zu bekommen, ist eine Analyse der Zeitschriftenartikel in Ko-Autorenschaft auf Organisationsebene anzustreben.

Nachdem in diesem Abschnitt die fünf wichtigsten Organisationsformen wissenschaftlicher Produktivität im deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystem untersucht wurden, widmet sich der nächste Abschnitt einer Analyse der zehn führenden Wissenschaftsproduzenten in Deutschland auf Basis einer Analyse von Einzelorganisationen.

9.4 Die führenden Wissenschaftsproduzenten Deutschlands

An die erste Auswertung der einzelnen Wissenschaft produzierenden Organisationsformen im Zeitverlauf schließt sich nun die Frage an, welche Einzelorganisationen innerhalb der Organisationsformen die meisten Forschungsartikel in wissenschaftlichen Fachzeitschriften veröffentlicht haben. Hierzu wurde eine Auswertung der führenden Organisationen anhand ihrer Anzahl der publizierten Artikel im Jahr 2010 vorgenommen. Durch die große Anzahl an unterschiedlichen Einzelorganisationen innerhalb des Jahrgangs musste die Analyse der Daten schrittweise erfolgen: Nach Auswahl aller Einzelorganisationen, die auf Landesebene Deutschland zugeordnet werden konnten, wurde die absolute Anzahl der Beiträge jeder Organisation auf Basis des WC gezählt, da Einzelorganisationen auch Publikationen hervorbringen, die von Autoren mehrerer Einrichtungen in Zusammenarbeit verfasst wurden (Bornmann u.a. 2012: 236f.).

Alle im Datensatz möglichen Schreibweisen wurden einzeln in die Liste mit aufgenommen. In einem zweiten Schritt wurden diese, basierend auf der Anzahl der Beiträge, in eine Rangfolge gebracht. Um sich in der Statistikanalysesoftware eine so gestaltete Liste ausgeben zu lassen, wurde in einem dritten Schritt entschieden, nur die ersten 200 Einträge zu berücksichtigen, da eine vollständige Liste zu viele Einträge enthält und vom Programm nicht ausgegeben werden konnte. Dieser Umstand resultiert daraus, dass nicht etwa zu viele verschiedene Einrichtungen im Datensatz enthalten sind, sondern dass sich die Schreibweisen der Einrichtungen voneinander unterscheiden, je nachdem, wie der Autor diese auf dem Zeitschriftenartikel angegeben hat. Die Entscheidung für die Ausgabe der ersten 200 Einträge wurde durch ein mehrstufiges Testverfahren durch die Autorin als beste Lösung zur Annäherung an die tatsächliche Anzahl der Einträge pro Einrichtung (unter Berücksichtigung aller Schreibweisen) gewählt. Ein Abgleich mit der Ausgabe der ersten 100 Einträge hat gezeigt, dass hier keine nennenswerten Unterschiede bei der Anzahl der Publikationen pro Einrichtung zu verzeichnen sind. Somit kann ausgeschlossen werden, dass wesentliche Einträge keine Berücksichtigung finden. Die verbreitetsten Schreibweisen einer Einzelorganisation wurden erfasst. In einem vierten Schritt wurde die ausgegebene Liste der Top 200 Einträge per Hand analysiert. Unterschiedliche Schreibweisen wurden angepasst und gleiche Organisationen einander zugeordnet – die Anzahl der veröffentlichten Artikel wurde addiert. In einem letzten Schritt

wurden die bearbeiteten Daten und Publikationszahlen in eine Rangfolge gebracht aus der die Liste der führenden Organisationen erstellt wurde.

Die Auswertung der Daten (Tabelle 5) bestätigt den bereits im vorangegangenen Abschnitt postulierten Befund, dass die Universitäten und Forschungsinstitute zu den forschungsstärksten Organisationen im deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystem gehören. Allein die Tatsache, dass Deutschland über 427 Hochschulen (davon 107 Universitäten) und 257 außeruniversitäre Forschungsinstitute verfügt, die hauptsächlich unter dem Dach der FhG, HGF, MPG und der WGL organisiert sind, zeigt, dass die absolute Anzahl an Zeitschriftenartikeln von diesen beiden Organisationsformen produziert werden muss. Die beschriebene Symbiose zwischen beiden Organisationsformen bestätigt sich auch in der Liste, die ausschließlich aus diesen Formen besteht.

Spitzenforschung an außeruniversitären Forschungsinstituten

Folgt die Analyse der Daten der Auswertung der absoluten Anzahl an Zeitschriftenartikeln können zwei unterschiedliche Wege verfolgt werden. Einerseits durch Betrachtung aller Einzelorganisationen oder andererseits durch Zusammenfassung von Forschungsinstitutionen unter dem Namen ihrer Dachorganisation.

Werden die Publikationszahlen subsummiert, dann steht im Jahr 2010 an erster Stelle die Max-Planck-Gesellschaft mit 6.374 Publikationen und weiteren 225 Artikeln, die keinem Institut direkt zugeordnet werden konnten (Tabelle 5). Durch ihre Orientierung an wissenschaftlicher Grundlagenforschung, deren Ergebnisse der wissenschaftlichen Gemeinschaft traditionell in Form von Beiträgen in wissenschaftlichen Zeitschriften zugänglich gemacht wird, gehört die MPG mit ihren Instituten zu den führenden Forschungsinstituten weltweit. Von den 83 Einzelinstituten sind 37 Teil der produktivsten in den STEM+-Fächern. Mit jeweils mehr als 200 Publikationen im betrachteten Jahrgang gehören diejenigen, die die Forschungsbereiche Astrophysik (449 Publikationen), extraterrestische Physik (427), Festkörperforschung (328), Polymerforschung (323), Astronomie (303), Biogeochemie (288), Kolloid- und Grenzflächenforschung (272), Radioastronomie (259), Kernphysik (224), biophysikalische Chemie (222) und Physik komplexer Systeme (214) abdecken. Zudem befinden sich unter den Wissenschaftlern seit Gründung der KWG insgesamt 18 Nobelpreisträger. Von ihnen erhielten acht Wissenschaftler den Preis für Chemie, sechs den für Medizin und

vier den Nobelpreis für Physik.[94] Da die Institute der MPG allerdings nicht nur in den STEM+-Fächern forschend tätig sind, sondern auch in den Geistes- und Sozialwissenschaften, sind folglich nicht alle Institute in der Liste der führenden Organisationen vertreten.

An die zweite Stelle der führenden Wissenschaftsproduzenten treten die Forschungszentren der Helmholtz-Gemeinschaft. Gemeinsam haben sie im Jahr 2010 4.556 Zeitschriftenartikel publiziert. Durch die naturwissenschaftlich-technische und biologisch-medizinische Ausrichtung ihrer 18 Großforschungseinrichtungen tragen sie erwartungsgemäß erheblich zu den wissenschaftlichen Publikationen in den STEM+-Fächern bei. Ihre Forschung ist auf die Verfolgung langfristiger Forschungsziele im Bereich der Vorsorgeforschung ausgerichtet. Mit dem Betrieb von Großgeräten und wissenschaftlichen Infrastrukturen besetzen die Forschungszentren einen wichtigen Bereich in den Natur- und Technikwissenschaften (Abschnitt 8.2.2). Insgesamt neun von ihnen publizierten mehr als 200 Zeitschriftenartikel im Jahr 2010. Unter ihnen das Forschungszentrum Jülich (871), das Deutsche Krebsforschungszentrum (829), das Helmholtz Zentrum München (460), das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (387), das Alfred-Wegener-Institut (348), das Helmholtz-Zentrum für Umweltwissenschaften (310), das Deutsche Elektronen-Synchrotron (DESY) (290), das Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (208) und das Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (206). Wird auch noch das KIT als »Forschungsuniversität innerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft« (allein 1.630 Publikationen) in die Analyse mit einbezogen erhöht sich die Gesamtzahl der wissenschaftlichen Publikationen auf insgesamt 6.186.

Mit ihrer Vielzahl an Instituten haben die außeruniversitären Forschungsinstitute das Monopol der Universitäten auf wissenschaftliche Forschung in Frage gestellt. Dennoch sind sie weiterhin auf die Unterstützung der Universitäten angewiesen, besonders in Bezug auf die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses, die nur in Kooperation mit Professoren an Universitätslehrstühlen sichergestellt werden kann. Aus dieser Verbindung ergeben sich naturgemäß Ko-Autorenschaften bei der Publikation wissenschaftlicher Beiträge. Obwohl die Universitäten seit Jahrzehnten unterfinanziert sind, sind sie die treibende Kraft im deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystem. Sie bereiten die Basis zur Produktion wissenschaftlichen Wissens durch ihre Orientierung an autonomer Grundlagenfor-

94 Max-Planck-Gesellschaft, Nobelpreisträger, 28.02.2018, https://www.mpg.de/preise/nobelpreis.

schung. Die Erfolgsgeschichte der modernen Forschungsuniversität ist eng mit ihrer Federführung im Bereich der naturwissenschaftlichen Forschung Mitte des 19. Jahrhunderts verknüpft (Abschnitt 8.1).

Universitätsbasierte Forschung als Grundlage für wissenschaftliche Produktivität

In Deutschland haben sich die neun wichtigsten technischen Universitäten im Universitätsverband TU9 zusammengeschlossen. Laut Selbstauskunft zeichnen sie sich dadurch aus, dass sie zur Zeit der Industrialisierung gegründet wurden und seitdem maßgeblich zur Entwicklung der Ingenieur- und Naturwissenschaften beitragen. Zu ihnen gehören die RWTH Aachen, TU Berlin, TU Braunschweig, TU Darmstadt, TU Dresden, Leibniz Universität Hannover, KIT, TU München und die Universität Stuttgart (https://www.tu9.de). Da in dieser Arbeit aber nicht nur die Natur- und Ingenieurwissenschaften untersucht werden, sondern auch die Medizin, ist zu erwarten, dass auch Universitäten mit forschungsstarken medizinischen Fakultäten sowie Medizinische Hochschulen in Deutschland einen hohen Anteil an der Produktion wissenschaftlichen Wissens haben. Zur Zeit verzeichnet der Dachverband der Deutschen Hochschulmedizin e. V. auf seiner *Landkarte Hochschulmedizin*[95] insgesamt 37 medizinische Fakultäten.

Die drei produktivsten Universitäten im Bereich der STEM+-Fächer in Deutschland sind die Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) mit 2.977 Publikationen, die Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg mit 2.976 Publikationen und die TU München mit 2.712 Publikationen. Die bereits in der Beschreibung der Institutionalisierung des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems hervorgehobene Sonderstellung der Charité – Universitätsmedizin Berlin mit ihrer Integration der medizinischen Fakultäten zweier Universitäten und 104 Lehrkrankenhäusern sowie von 17 CharitéCentren drückt sich auch in der Anzahl der publizierten Zeitschriftenartikel aus. Im Jahr 2010 wurden 2.030 Publikationen veröffentlicht, die der Charité den sechsten Platz unter den Top 10 Organisationen sichert. Abgeschlossen wird die Liste der führenden Wissenschaft produzierenden Organisationen mit der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (1.956), der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg (1.951), der Eberhard Karls Universität Tübingen (1.865) sowie der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn (1.827) auf Platz 10 (Tabelle 5). Selbst wenn man

95 Dachverband der Deutschen Hochschulmedizin e.V., Landkarte Hochschulmedizin, 1.03.2017, http://www.landkarte-hochschulmedizin.de/#auswertung.

das KIT zu den Universitäten zählen würde, würde es nicht zu den führenden Forschungsuniversitäten im Jahr 2010 zählen. Aus dieser Auswertung wird ersichtlich, dass sich lediglich eine Universität aus dem Verband der TU9, die TU München, unter den forschungsstärksten Universitäten Deutschlands befindet. Andererseits zeichnen sich alle aufgelisteten Universitäten dadurch aus, dass sie über medizinische Fakultäten verfügen. Ein klares Zeichen dafür, dass medizinische Forschung einen erheblichen Anteil am Forschungsoutput von Universitäten hat. Die Untersuchung disziplinärer Unterschiede steht nicht im Zentrum dieser Arbeit und wurde deshalb nicht tiefergreifend untersucht. Für weiterführende Forschungsvorhaben ist es aber essentiell die Unterschiede zwischen den einzelnen Fachbereichen der STEM+-Fächer herauszuarbeiten, um ein differenzierteres Bild über die Forschungslandschaft und ihren Output in Deutschland zu erhalten. Auffällig ist auch, dass die meisten forschungsstarken Universitäten mit medizinischen Fakultäten in Baden-Württemberg (Freiburg, Heidelberg, Tübingen) und Bayern (Erlangen, LMU, TU München) ansässig sind. Um dies zu erklären sollten weitere Indikatoren zur Beurteilung ihres Outputs herangezogen werden, beispielsweise die Anzahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter oder der Zugang zu finanziellen Ressourcen (Grundmittel, Drittmittel).

Eine kurze Zusammenfassung der Ergebnisse des Kapitels zeigt, dass es in Deutschland sowohl zu einer Expansion des wissenschaflichen Wissens in Form eines exponentiellen Anstiegs an Publikationen als auch zu einer Erhöhung der Vielfalt der wissenschaftlichen Produktivität im Zeitverlauf kam. Die Kurve der Anzahl der Zeitschriftenartikel wurde kurzfristig, besonders durch die beiden Weltkriege, negativ beeinflusst, aber der Trend weist zu keinem Zeitpunkt auf ein Abflachen der Kurve hin. Das Ergebnis ist vergleichbar mit dem Verlauf für das weltweite Wachstum wissenschaftlicher Produktivität. Einschneidende historische, politische, wirtschaftliche, technologische und auf das Hochschul- und Wissenschaftssystem bezogene Ereignisse hatten lediglich einen kurzfristigen Einfluss auf das Wachstum.

Die Universität bleibt die treibende Kraft über mehr als ein Jahrhundert und stellt die besten Bedingungen für wissenschaftliche Forschung bereit. Sie ist auch diejenige Institution, die am längsten existiert und einen hohen Institutionalisierungsgrad aufweist. Sie ist resistent gegenüber Veränderungen und auch *critical junctures* haben ihre Produktivität nicht negativ beeinflusst. Im Zeitverlauf werden von ihren Mitarbeitern stets mehr als die Hälfte aller Publikationen in Deutschland veröffentlicht. Dennoch beteiligen sich immer mehr Organisationsformen an der Publikation von Zeitschrif-

tenartikeln in den STEM+-Fächern. Allerdings bleibt ihr gemeinsamer Anteil weiterhin gering. Es deutet sich zwar eine Veränderung des organisationalen Feldes der Wissenschaft an, aber es kam zu keiner tiefgreifenden Strukturveränderung oder einem Wandel. Die klassischen Organisationen der Wissenschaft – Universitäten und Forschungsinstitute – sind maßgeblich an der Produktion wissenschaftlichen Wissens beteiligt. Gemeinsam mit den Universitäten publizierten die außeruniversitären Forschungsinstitute ab 1980 mehr als drei Viertel aller Publikationen. Aber auch schon in den Jahren davor ist ihr gemeinsamer Anteil überragend. Zu den wichtigsten Wissenschaftsproduzenten gehören neben ihnen die (Industrie-)Unternehmen, Behörden und Ressortforschungseinrichtungen sowie Krankenhäuser. Alle anderen im Datensatz gefundenen oder aus der Theorie abgeleiteten Organisationsformen spielen nur eine untergeordnete Rolle und wurden in der Organisationsform »Sonstige« zusammengefasst. Anhand des Beispiels aus dem Jahr 2010 konnte ein Einblick in diese höchst diverse Gruppe gewonnen werden. Betrachtet man in einem zweiten Schritt aber nicht nur die Verhältnisse der Organisationsformen zueinander, sondern konzentriert sich auf die führenden Wissenschaftsproduzenten Deutschlands, wird deutlich, dass Sowohl die Institute der MPG als auch der HGF maßgeblich zur Produktion wissenschaftlichen Wissens beitragen. Werden alle Publikationen aller Institute der Dachorganisationen zusammengezählt, übertreffen sie die Publikationstätigkeit einzelner Universitäten massiv. Zudem gehört die hybride Organisationsform, die Charité – Universitätsmedizin Berlin, zu den führenden zehn Wissenschaftsproduzenten im deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystem.

Da nun die Ergebnisse sowohl auf der Makro- als auch der Mesoebene für die Dimensionen Expansion und Vielfalt präsentiert wurden, fokussiert das nächste Kapitel auf die zunehmende Internationalisierung der Wissenschaft und Forschung. Wissenschaftliche Kooperationen stehen im Mittelpunkt des Interesses. Nationale und internationale Zusammenarbeit wird in Form von Ko-Autorenschaften analysiert und wichtige Wissenschaft produzierende Länder, die bereits in Kapitel 7 identifiziert und miteinander in Beziehung gesetzt wurden, werden auf der Makroebene verglichen.

Tabelle 5: Führende Wissenschaftsproduzenten in Deutschland, 2010

Platz	*Organisation*	*Anzahl der Publikationen*
1.	*Max-Planck-Gesellschaft*	*6.374 (+225 nicht definiert)*
	MPI für Astrophysik	449
	MPI für extraterrestische Physik	427
	MPI für Festkörperforschung	328
	MPI für Polymerforschung	323
	MPI für Astronomie	303
	MPI für Biogeochemie	288
	MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung	272
	MPI für Radioastronomie	259
	MPI für Kernphysik	224
	MPI für biophysikalische Chemie	222
	MPI für Physik komplexer Systeme	214
	MPI für Kohlenforschung	188
	MPI für molekulare Genetik	182
	MPI für Chemie	179
	MPI für intelligente Systeme	173
	MPI für Quantenoptik	157
	MPI für Psychiatrie	149
	MPI für Sonnensystemforschung	143
	MPI für evolutionäre Anthropologie	137
	MPI für chemische Ökologie	129
	MPI für biologische Kybernetik	119
	MPI für Ornithologie	118
	MPI für Gravitationsphysik Albert Einstein	113
	MPI für Kognitions- und Neurowissenschaften	112
	MPI für molekulare Zellbiologie und Genetik	107
	MPI für Meteorologie	106
	MPI für Entwicklungsbiologie	98
	MPI für Mikrostrukturphysik	97
	MPI für marine Mikrobiologie	97
	MPI für Chemische Physik fester Stoffe	90
	MPI für molekulare Pflanzenphysiologie	90
	MPI für Eisenforschung	87
	MPI für die Physik des Lichts	84
	MPI für Mathematik in den Naturwissenschaften	82
	MPI für molekulare Physiologie	80

	MPI für Informatik	74
	MPI für Plasmaphysik	74
2.	*Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren*	*4.556*
	Forschungszentrum Jülich	871
	Deutsches Krebsforschungszentrum	829
	Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt	460
	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt	387
	Alfred-Wegener-Institut Helmholtz Zentrum für Polar- und Meeresforschung	348
	Helmholtz-Zentrum für Umweltwissenschaften	310
	Deutsches Elektronen-Synchrotron	290
	Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie	208
	Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft	206
	Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung	187
	GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung	184
	Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung	159
	Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungszentrum	117
3.	*Ludwig-Maximilians-Universität München*	*2.977*
4.	*Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg*	*2.976*
5.	*Technische Universität München*	*2.712*
6.	*Charité – Universitätsmedizin Berlin*	*2.030*
7.	*Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg*	*1.956*
8.	*Albert-Ludwigs-Universität Freiburg*	*1.951*
9.	*Eberhard Karls Universität Tübingen*	*1.865*
10.	*Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn*	*1.827*

Quelle: SPHERE Projektdatenbank (Rohdaten; Thomson Reuters WoS SCIE), eigene Berechnung

10. Nationale und internationale Forschungskooperationen

Durch die fortschreitende Globalisierung der Wissenschaft, einer einfacheren Verfügbarkeit von Online-Ressourcen zur Identifikation potenzieller Forschungspartner im eigenen Land oder außerhalb der Landesgrenzen ist es für Wissenschaftler attraktiv geworden nach Forschungspartnern außerhalb ihrer eigenen Institutionen und sogar im Ausland zu suchen. Die Wichtigkeit und das Volumen nationaler und internationaler wissenschaftlicher Kooperationen hat stark zugenommen. Als Antwort auf eine steigende Professionalisierung der Wissenschaft, der Weiterentwicklung des Wissens, leichterem Zugang zu (finanziellen) Ressourcen, einer Vereinigung der wissenschaftlichen Elite, gegenseitiger intellektueller und sozialer Beeinflussung, steigender wissenschaftlicher Produktivität, einfacherer und kostengünstigerer Kommunikationsmöglichkeiten und staatlicher Initiativen, wurde die internationale Zusammenarbeit von Wissenschaftlern weltweit gestärkt (Luukkonen u.a. 1992).

Bereits de Solla Price (1974 [1963]) hat prognostiziert, dass die Anzahl der Zeitschriftenartikel, die von lediglich einem Autor oder einer Autorin publiziert wird, zurückgeht. Zudem stellt der Eintritt in das Zeitalter der *Big Science* Wissenschaftler vor die Herausforderung, dass Apparaturen, Fähigkeiten, Kenntnisse und Arbeit untereinander aufgeteilt werden müssen, um exzellente Forschungsergebnisse zu erhalten. Nur durch wissenschaftlichen Austausch und das Teilen von Ressourcen und Ausrüstung können Forschungsziele erreicht werden, die sonst aufgrund fehlender finanzieller Mittel, Equipment, Wissen oder Arbeitskraft nicht realisierbar wären. Zu den wichtigsten Ergebnissen wissenschaftlicher Zusammenarbeit zählen der intellektuelle Austausch über Forschungsergebnisse und die Publikation von Zeitschriftenartikeln mit mehreren Autoren (Conchi/Michels 2014: 1).

»Today, two or three people are less likely to have all the skills, equipment and material required in modern scientific research. By the turn of the century, the current trends suggest that four or more authors will be needed to produce most published research, particularly in medicine, chemistry, and biology.« (Hicks/Katz 1996a: 41)

Allerdings ist wissenschaftliche Zusammenarbeit in Form von Zeitschriftenpublikationen ein relativ neues Phänomen. Erst zu Beginn der 1990er Jahre kam es zu einem merklichen Anstieg nationaler und internationaler Kooperationen (Abschnitt 10.4). Besonders in den STEM+-Fächern spielt die Zusammenarbeit von Wissenschaftlern eine große Rolle. Zu den wichtigsten Gründen für (internationale) Kooperationen zählen die Reputation der Forschungsorganisation und der Mitautorinnen, eine höhere Sichtbarkeit innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft, mehr Möglichkeiten für interdisziplinäre Forschung, spezielle Forschungsthemen, neue (Arbeits-) Methoden und eine bessere Ausstattung oder Labore (Conchi/Michels 2014: 45). Indes zählen auch die intrinsische Motivation der Wissenschaftler, Spaß an der Zusammenarbeit mit bekannten und unbekannten Forschern und ein Interesse an der Maximierung des Outputs eine Rolle bei der Entscheidung für oder gegen internationale Kooperationen.

Dieses Kapitel analysiert auf der Makroebene nationale und internationale Forschungskooperationen auf Basis von Ko-Autorenschaften im internationalen Vergleich. Zu den zu untersuchenden Ländern gehören die bereits in Kapitel 7 vorgestellten Länder der drei Zentren wissenschaftlicher Produktivität, die bereits im Projektkontext intensiv bearbeitet wurden: Belgien, China, Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Japan, Luxemburg und die USA. Es wird die Forschungsfrage beantwortet, welchen Einfluss die zunehmende Internationalisierung der Forschung auf nationale und internationale Kooperationen in Form von Publikationen in Zeitschriftenartikeln haben. In einem ersten Schritt wird der Austausch wissenschaftlichen Wissens in Form von wissenschaftlicher Mobilität diskutiert (Abschnitt 10.1). Es folgt in einem zweiten Schritt ein Einblick in die weltweite Entwicklung wissenschaftlicher Zusammenarbeit (Abschnitt 10.2). Im dritten Schritt wird darauf eingegangen, was unter nationalen und internationalen Kooperationen verstanden wird und wie diese gemessen werden können (Abschnitt 10.3). Im vierten Schritt erfolgt die empirische Auswertung der Daten mit einer Beschreibung des Anstiegs an Kooperationen seit den 1990er Jahren (Abschnitt 10.4).

10.1 Der Austausch wissenschaftlichen Wissens durch »brain drain« und »brain circulation«

Es ist bisher unbekannt, ob diese Formen wissenschaftlicher Mobilität (WR 2009; Edler/Boekholt 2001) – *brain drain* und *brain circulation* (Conchi/Michels 2014) – einen positiven Einfluss auf die Produktion wissenschaftlichen Wissens in Form von Publikationen in Zeitschriften haben. B*rain drain* bezeichnet den Verlust wissenschaftlichen Wissens durch den Wegzug von Wissenschaftlern in ein anderes Land, ohne die Absicht wieder zurückzukehren (Grubel 1994). Der Verlust an Wissenschaftlern wird mit einem Verlust an Humankapital gleichgesetzt (Beine u.a. 2001). In Zeiten sich auflösender nationaler Grenzen und vereinfachten Reisemöglichkeiten, müssen Länder einerseits ihre Hochschul- und Wissenschaftssysteme für ihren wissenschaftlichen Nachwuchs attraktiv gestalten, um *brain drain* zu verhindern. Andererseits sollen aber starke globale wissenschaftliche Netzwerke gebildet werden, um Wissenschaftler Auslandserfahrung sammeln zu lassen (Conchi/Michels 2014: 3). Durch die zunehmende Globalisierung steigt auch die Auslandsmobilität hochqualifizierter Forscher. Im Gegensatz zum langfristig oder permanent anzusehenden *brain drain* bezeichnet *brain circulation* den Forschungsaufenthalt hochqualifizierter Wissenschaftler im Ausland für einen begrenzten Zeitraum (Cao 1996). Nach Beendigung der meist im Voraus festgelegten Forschungszeit erfolgt die Rückkehr in das wissenschaftliche »Heimatland« (Ette/Sauer 2010). Zwischen wissenschaftlicher Mobilität und internationaler Zusammenarbeit besteht eine Verbindung, die auf *brain circulation* zurückgeführt werden kann. Obwohl die Gastgeberländer bei einem Rückgang der Wissenschaftler in ihr Heimatland Humankapital verlieren, gewinnen sie gemeinschaftliche wissenschaftliche Verbindungen zu anderen Ländern. Zudem wird der Wissensaustausch zwischen den Ländern gestärkt (Velema 2012; Jonkers/Tijssen 2008). Beide Länder profitieren somit durch eine Expansion ihres wissenschaftlichen Netzwerks (Conchi/Michels 2014). Für deutsche Wissenschaftler stellen die USA, Großbritannien und die Schweiz die wichtigsten Austauschländer dar (Allmendinger/Eickmeier 2003; Janson u.a. 2006). Es scheint also einen Zusammenhang zwischen dem gewählten Austauschland und einer Ähnlichkeit zur im Heimatland gesprochenen Sprache sowie der geografischen Nähe zu geben (Conchi/Michels 2014: 39). Der Anteil wissenschaftlicher Mobilität variiert jedoch beträchtlich zwischen den Disziplinen. Christoph F. Büchtemann (2001) konnte in seiner Studie belegen, dass die meisten

deutschen Wissenschaftler, die in den USA tätig sind, aus den Natur- und Technikwissenschaften sowie der Medizin kommen. Zwei Studien kommen zu unterschiedlichen Ergebnissen in Bezug auf die Frage, ob wissenschaftliche Mobilität die Produktivität von Wissenschaftlern erhöht: In einer ersten Studie wurde bestätigt, dass die Mobilität eines Wissenschaftlers zwischen mindestens zwei Institutionen seinen Output (die Anzahl der Publikationen) und auch den Impact (die Anzahl der Zitationen) erhöht. Der Wechsel zwischen Institutionen scheint zudem einen größeren Einfluss auf die wissenschaftliche Produktivität eines Forschers zu haben, als seine Auslandsmobilität (Halevi u.a. 2016). In einer zweiten Studie wurde wiederlegt, dass internationale Forschungsaufenthalte die wissenschaftliche Produktivität in Form von Zeitschriftenartikeln positiv beeinflussen. Ein Auslandsaufenthalt trägt aber zur Sichtbarkeit eines Wissenschaftlers innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft bei. Allerdings werden nur temporäre Auslandsaufenthalte als karrierefördernd betrachtet (Conchi/Michels 2014). Obwohl die Mobilität von Wissenschaftlern und ihre Auslandserfahrungen in dieser Arbeit nicht untersucht werden, dienen die eben gemachten Aussagen der Kontextualisierung des Untersuchungsgegenstands. Im nachfolgenden Abschnitt wird der Frage nachgegangen, wie sich der Anteil nationaler und internationaler Zusammenarbeit im internationalen Vergleich im Zeitverlauf verändert hat und was unter ihnen verstanden wird.

10.2 In Einsamkeit und Freiheit? Die weltweite Entwicklung wissenschaftlicher Zusammenarbeit

Die Messung wissenschaftlicher Mobilität ist kompliziert, da es keine offiziellen Statistiken gibt, die die Anzahl der migrierenden Wissenschaftler, ihre Länderpräferenzen, die Dauer des Auslandsaufenthalts, oder den Zeitpunkt einer eventuellen Rückkehr dokumentieren (OECD 2001). Ein Weg zur Verfolgung der Mobilität von Wissenschaftlern ist die Nutzung der Angabe von Adressinformationen in bibliometrischen Zeitschriftendatenbanken, wie dem WoS SCIE (Laudel 2003). Durch die Angabe der Organisationszugehörigkeit auf einer Publikation können Mobilitätsbewegungen von Wissenschaftlern von einer Organisation zu einer anderen und von Land zu Land zurückverfolgt werden (Conchi/Michels 2014: 6). Ein Drittel aller Forschungsartikel weltweit sind das Ergebnis internationaler wissenschaftlicher

Kooperation (Jeong/Choi 2015). Übertragen auf die Organisation wissenschaftlicher Forschung bedeutet der von Humboldt geprägte Leitsatz »in Einsamkeit und Freiheit« (Humboldt 1809/10), dass wissenschaftliche Forschung zumindest in den STEM+-Fächern nicht mehr von einem einzigen Wissenschaftler in alleiniger Verantwortung durchgeführt wird, sondern dass zunehmend Forschungsnetzwerke entstehen, in denen Wissenschaftler mit gemeinsamen Interessen an einer Fragestellung arbeiten und auch die aus der Forschung gewonnenen Erkenntnisse gemeinsam publizieren. Die Reputation, die aus der Veröffentlichung der Ergebnisse in einer wissenschaftlichen Fachzeitschrift resultiert, wird geteilt. Ein Wissenschaftler ist nicht mehr völlig auf sich selbst gestellt, doch das Streben nach Wahrheit und die geistige Unabhängigkeit des Forschers bleibt weiterhin als gemeinsames Ziel erhalten. Allerdings gibt es Kämpfe um die Autonomie der wissenschaftlichen Einrichtungen gegenüber dem Staat und wirtschaftlichen Interessen (Pritchard 1998). Diese Aussage bezieht sich weniger auf die autonome Wahl der Forschungsfragen, sondern eher auf die Finanzierung der Forschung durch staatliche Mittel. Inwieweit durch die Ausschreibung von an bestimmte Fragen gebundene Forschungsprojekte und deren Finanzierung wissenschaftliche Forschung gelenkt wird, ist ein stark diskutiertes Thema innerhalb der Wissenschaftsforschung. In den STEM+-Fächern hat sich die Organisation der Forschung allerdings nicht so sehr verändert wie in den Geistes- und Sozialwissenschaften. Projektförmige Forschung (Torka 2009) in größeren Verbünden war schon immer Teil ihrer Tradition, da wesentlich häufiger auf Großgeräte zurückgegriffen werden muss, die nicht an jedem Standort zur Verfügung stehen. Diese Aussage steht teilweise im Konflikt mit den theoretischen Überlegungen dieser Arbeit zur Organisation der Forschung nach dem Modell der *Mode 2* Wissenschaft. Hier wäre dann der Aussage von Etzkowitz und Leydesdorff (2000) zu folgen, dass *Mode 2* die ursprüngliche Organisation der Wissenschaft in den STEM+-Fächern beschreibt (Abschnitt 4.3.1). Eine Analyse der Organisation der Forschung im Disziplinenvergleich könnte Aufschluss darüber geben, ob und inwieweit sich die Forschung im Zeitverlauf verändert hat. Hierzu müssten Einzelfallstudien durchgeführt werden, wie sie beispielsweise Karin Knorr-Cetina (2002 [1999]) für die Physik angefertigt hat. Durch die in dieser Arbeit gemeinsame Betrachtung aller STEM+-Fächer ist eine feine Unterscheidung nicht möglich.

Tatsächlich hat sich die Anzahl an Publikationen mit zwei oder mehreren Autoren seit den 1990er Jahren mehr als verdoppelt (Tabelle 6). Durch die

Untersuchung von Kollaborationsnetzwerken und der Analyse von Autorenschaften kann gezeigt werden, dass die wissenschaftliche Landschaft eine Vielzahl an Verbindungen aufweist. Länder mit bereits etablierten Hochschul- und Wissenschaftssystemen verfügen über etwas höhere Raten internationaler Zusammenarbeit als schnell wachsende Wissenschaftsnationen (beispielsweise China, Indien oder Brasilien). Gemeinsam haben alle Länder, dass die Bereitschaft zur Zusammenarbeit wächst (Adams 2013). Das in der Literatur gut dokumentierte Wachstum Chinas und die Ambitionen des Mittleren Ostens in Forschung und Wissenschaft zu investieren (siehe unter anderem Powell/Baker/Fernandez 2017), eröffnet neue Möglichkeiten zur Produktion wissenschaftlichen Wissens und zur Etablierung internationaler wissenschaftlicher Kooperationen.

Um einen umfassenden Überblick über die weltweite Entwicklung wissenschaftlicher Produktion und ihrer Vernetzung zu erhalten, wird in einem ersten Schritt definiert, was in dieser Arbeit unter wissenschaftlicher Kooperation verstanden wird und wie diese gemessen wurde (Abschnitt 10.3). Um die Muster und Netzwerke besser zu verstehen (Lukkonen u.a. 1992), werden in einem zweiten Schritt nationale und internationale Forschungskooperationen in Form von Einzel- und Mehrautorenschaften empirisch untersucht (Abschnitt 10.4).

10.3 Was sind nationale und internationale Kooperationen und wie können sie gemessen werden?

Internationale Forschungszusammenarbeit ist wesentlich komplexer als die alleinige Arbeit an einem Projekt oder einer Publikation. Häufig kommen Teammitglieder aus unterschiedlichen nationalen Kontexten und mit einem multikulturellen und multidisziplinären Hintergrund zusammen. Allerdings werden die sozialen Herausforderungen internationaler Forschungszusammenarbeit – die Verteilung von Aufgaben, Projektmanagement, Teamdynamiken, Eigentum von Daten und auch Publikationsstrategien – in der Literatur äußerst selten diskutiert (Kosmützky 2016). Die anstehende Arbeit muss länderübergreifend koordiniert und organisiert werden. Persönliche Treffen sind oft nicht möglich. Aus diesem Grund kommen Videokonferenzen, E-Mails und Verabredungen auf wissenschaftlichen Konferenzen als Kommunikationsmittel zum Einsatz. Forschung in internationalen und diversen

Teams stellt die einzelnen Mitglieder aber auch vor kulturelle Herausforderungen. Unterschiedliche Sprachen, Arbeitskulturen und Erwartungen an die Ergebnisse der Arbeit müssen miteinander in Einklang gebracht werden. Dem Konzept (internationaler) Zusammenarbeit wurde bisher wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Obwohl selbstverständlich von Kooperation geredet wird, ist nicht vollständig klar, was unter (internationaler) Forschungszusammenarbeit verstanden wird. Die Beschreibung von Kooperationen als einfache Zusammenarbeit von Individuen, um das gemeinsame Ziel der Produktion neuen wissenschaftlichen Wissens (Katz/ Martin 1997: 7) zu erreichen, würde der Komplexität internationaler Forschungszusammenhänge nicht gerecht. Es geht eigentlich um mehr, als die Untersuchung von Ko- oder Mehrautorenschaften von Publikationen, die in der Bibliometrie einen Basisindikator zur Messung von Forschungskooperationen darstellt (Katz/Martin 1997; Glänzel/Schubert 2004). Internationale wissenschaftliche Forschungszusammenarbeit ist ein intrinsisch motivierter sozialer Prozess, der nur schwer zu beschreiben und zu operationalisieren ist. Zusammenarbeit kann unterschiedliche Aktivitäten, wie Arbeitsteilung, einfache Servicezusammenarbeit, Übertragung von Fach- und Anwendungswissen, oder den Zugang zu notwendigen Forschungsequipment mit einbeziehen (Jeong u.a. 2014: 521f.).

Meistens beginnt wissenschaftliche Zusammenarbeit formlos als Ergebnis informeller Unterhaltungen und persönlicher Treffen von Wissenschaftlern (Jeong u.a. 2014: 524). Langfristige (internationale) Forschungszusammenarbeit, die über Jahre oder Jahrzehnte andauert, wurde bisher wenig untersucht und besonders informelle Interaktionen zwischen Forscherinnen und Forschern wurde kaum Beachtung geschenkt (Ulnicane 2015). Zur Identifikation potenzieller Kooperationspartner bieten sich Kommunikationsforen wie Konferenzen, Gastvorträge, wissenschaftliche Gesellschaften, gemeinsame Berufungen und internationale Mobilität an. Hinzu kommen informelle Kommunikation und Vertrauen. Soziale Absichten und Freundschaften werden häufig genannt, wenn es um die Motive für Zusammenarbeit geht. Um nationale und internationale Zusammenarbeit langfristig zu gestalten und zu erneuern, müssen junge Nachwuchswissenschaftler und Außenstehende mit frischen Ideen und Wissen in bereits bestehende Beziehungsnetzwerke integriert werden. Bevor neue Forschungsprojekte offiziell angeschoben werden, wird zunächst häufig informell zusammengearbeitet, da informelle Zusammenarbeit flexibler gestaltet und sensibler auf neue Ideen und Projekte reagiert werden kann. Eine einver-

nehmliche Verständigung über gemeinsame Forschungsziele und eine faire Arbeitsteilung sowie gute Kommunikation sind der Schlüssel für eine erfolgreiche und langfristige Kooperation (Melin 2000; Ulnicane 2015). Formelle und informelle Beziehungen zwischen ihnen und interne Faktoren auf der Teamebene beschreiben die *Black Box* der Analyse wissenschaftlicher Zusammenarbeit (Jeong/Choi 2015: 460). Bereits bestehende Beziehungen zwischen Wissenschaftlern und Organisationen sind einer der wichtigsten Aspekte zur Beschreibung von Zusammenarbeit. Der in Management Studien beschriebene Rahmen benennt drei Determinanten für erfolgreiche (internationale) Zusammenarbeit: Teamcharakteristiken, Motivation und Prozesse der Zusammenarbeit (Amabile u.a. 2001).

Eine der Hauptaufgaben und -ziele wissenschaftlicher Zusammenarbeit ist Arbeitsteilung (Katz/Martin 1997). Jedoch kam es seit Herausbildung der Wissenschaft und ihrer weltweiten Verbreitung (Kapitel 7) zu einer geografischen Zerstreuung potentieller Kooperationspartner. In diesem Fall dienen Netzwerke (internationaler) wissenschaftlicher Zusammenarbeit als Träger der Diffusion neuen Wissens (Jeong/Choi 2015: 462). Eine Untersuchung der sozialen Herausforderungen wissenschaftlicher Zusammenarbeit und von Teamdynamiken kann im Rahmen dieser Arbeit nicht geleistet werden, da der Fokus auf einer rein quantitativen Analyse wissenschaftlicher Publikationen in den STEM+-Fächern liegt (Abschnitt 1.2 und Kapitel 6).

Aus diesem Grund wird nationale und internationale wissenschaftliche Zusammenarbeit auf Basis von Ko-Autorenschaften ausgewertet. Obwohl in der Bibliometrie wissenschaftliche Zusammenarbeit hauptsächlich in Form internationaler Forschungskooperationen untersucht werden, konzentriert sich diese Arbeit auf die gemeinsame Analyse nationaler und internationaler Kooperationen. Länder unterscheiden sich dahingehend, dass sie unterschiedliche Wege einschlagen, wie sie wissenschaftliche Zusammenarbeit gestalten. Diese Wege sind abhängig von der geografischen Größe eines Landes, aber auch in Bezug auf die Größe des Hochschul- und Wissenschaftssystems und den vorhandenen Organisationen. In großen Hochschul- und Wissenschaftssystemen, wie in den USA, ist die Chance größer nationale Kooperationspartner zu finden als zum Beispiel in Luxemburg, wo es nur eine Forschungsuniversität gibt und Kooperationen mit Partnern aus dem Ausland indirekt erzwungen werden. Hinzu kommen historisch gewachsene Traditionen, an denen festgehalten wird. Die duale Struktur in Deutschland erlaubt es den Wissenschaftlern Kooperationspartnerschaften zwischen Universitäten oder zwischen Universitäten und außeruniversitären

Forschungsinstituten aufzubauen, aber auch Kooperationen mit Unternehmen aus der Wirtschaft und Industrie gehören zu den festen Bestandteilen des Systems. Eine Beschränkung der Analyse nationaler und internationaler wissenschaftlicher Kooperationen auf die Makroebene erlaubt es in dieser Arbeit nicht die Beziehungen zwischen Organisationsformen auf der Mesoebene herauszuarbeiten. Dies ist Aufgabe weiterführender Forschung nach Abschluss der Dissertation. Allerdings sind Forscher in Deutschland besonders in den STEM+-Fächern an internationaler Zusammenarbeit interessiert, um ihre weltweite Sichtbarkeit zu erhöhen. Zudem bietet die Publikation von Zeitschriftenartikeln in Zusammenarbeit eine Möglichkeit der Kontrolle der Ergebnisse und somit eine interne Überprüfung der Qualität der Arbeit.

Wissenschaftliche Produktivität im Spannungsfeld zwischen Kooperation und Wettbewerb

Um an die Spitze der Forschung zu gelangen, kooperieren und konkurrieren Wissenschaftler einerseits auf der Individualebene miteinander, andererseits treten Länder und Forschungseinrichtungen um die besten und klügsten Wissenschaftler und Ressourcen in einen Wettstreit. Hinzu kommt, dass Bildung und wissenschaftlicher Fortschritt als Motor für die Wirtschaft eines Landes angesehen wird (Adams 2013: 557). Heute wird davon ausgegangen, dass herausragende Forschung nur in internationaler Zusammenarbeit entstehen kann. Somit stehen sich die zwei Begriffspaare – Zusammenarbeit und Wettbewerb – gegenüber. Dieser Herausforderung müssen sich Länder stellen, um ihren wissenschaftlichen Reichtum in Form intellektuellen Eigentums oder als attraktiver Standort für wissenschaftliche Talente zu erhalten. Spannungen sind die Folge: Nicht nur, dass ein Land wettbewerbsfähig bleiben muss, es ist auch dem potenziellen Risiko wissenschaftlicher Entmündigung und Isolation ausgesetzt, wenn wissenschaftliche Zusammenarbeit nicht gefördert und von den Wissenschaftlern eingefordert wird (Adams 2013: 557). In einer empirischen Studie des Fraunhofer ISI Instituts wurden Forscher zu ihren Motiven eines Auslandsaufenthalts befragt. 55 Prozent der Befragten mit internationaler Forschungserfahrung haben eine Professur inne, der Anteil derjenigen mit nationaler Forschungserfahrung betrug 44 Prozent unter den Professorinnen (Conchi/Michels 2014: 14). Wissenschaftliche Zusammenarbeit beziehungsweise Wettbewerb kann auf drei Ebenen stattfinden (Isabelle/Heslop 2011: 349):

1. *Makroebene*: Länder, Regierungen
2. *Mesoebene*: Universitäten, Gemeinschaften
3. *Mikroebene*: individuelle Wissenschaftler.

Zusammenarbeit im Bereich der *Big Science*, wie der der CERN Teilchenbeschleuniger zur Erforschung physikalischer Grundlagen, oder das *Human Brain Project*, um das menschliche Gehirn und seine Mechanismen besser zu verstehen, ist für Länder zur Wahrung ihrer nationalen Interessen und ihrer Reputation von weitaus größerer Bedeutung als wissenschaftliche Zusammenarbeit auf der Mikroebene (Kapitel 2). Eine Beteiligung an internationalen wissenschaftlichen Forschungsprojekten, die unterschiedliche Organisationsformen, wie Universitäten, Regierungen und Industriepartner umfassen, ist ein großes Ziel nationaler Wissenschaftspolitik und auch von Regierungen, die staatliche Forschung finanzieren (Isabelle/Heslop 2011: 350).

Seit den 1990er Jahren kam es zu aus den oben diskutierten Gründen zu einem rasanten Anstieg weltweiter Zusammenarbeit. 1980 waren lediglich zwei Prozent aller SCIE Publikationen weltweit ein Produkt internationaler Zusammenarbeit (Zhang u.a. 2015: 49), 1990 waren es bereits 30 Prozent und 2010 betrug die Zahl sogar 40 Prozent, dies entspricht einem Anstieg von 10 Prozentpunkten.

Als Gründe für diesen Anstieg können auf der Makroebene aus wissenschaftspolitischer Perspektive angeführt werden, dass Hochschul- und Wissenschaftssysteme weltweit konkurrenzfähig bleiben und dem Druck fortschreitender Leistungsfähigkeit standhalten müssen. Die Dominanz des Englischen als Wissenschaftssprache hat die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaftlern auf der ganzen Welt vereinfacht. Zeitschriftenartikel in englischer Sprache können gelesen und somit Wissen verbreitet werden. Dies hat allerdings auch zur Folge, dass Wissenschaftsnationen, in denen eine andere Sprache dominiert teilweise vom Zugang zu diesem Wissen ausgeschlossen sind, beziehungsweise dass das in den Ländern generierte Wissen von anderen Forschern nicht rezipiert werden kann. Die Verbesserung der Informations- und Kommunikationstechnologie und Verbreitung des Internets in den 1980er Jahren (Abbildung 11) dienen einem schnelleren Informationsaustausch, ohne dass sich der Wissenschaftler von seinem Schreibtisch wegbewegen muss. Die Übermittlung neuester Erkenntnisse auf elektronischem Weg erlaubt es den Forschern gemeinsam an einem Thema zu arbeiten, ohne regelmäßige persönliche Treffen zu organisieren. So auch in diesem Forschungsprojekt, wo es lediglich jährliche Projekttreffen gab und der Rest der Zusammenarbeit über Videotelefonie oder E-Mail

Austausch arrangiert wurde. Dies hat allerdings auch zu Herausforderungen bei der Zusammenarbeit geführt, die zwar nicht Thema dieser Arbeit sind, aber in einer folgenden Forschungsarbeit näher untersucht werden sollen. Auf der Mesoebene dienen (internationale) Austausch- und Förderprogramme zwischen Forschungseinrichtungen der Verzahnung wissenschaftlicher Zusammenarbeit auf der Organisationsebene. Der Zusammenschluss von Einrichtungen wie beispielsweise führender technischer Universitäten in Deutschland zu den TU9 dient dem wissenschaftlichen Austausch und der Förderung nationaler Zusammenarbeit im Bereich der STEM+-Fächer. Auf der Mikroebene einzelner Wissenschaftler ist eine stärkere Professionalisierung (auch eine stärkere Professionalisierung der Disziplinen) zu beobachten, die zu steigender Zusammenarbeit führt.

»More than ever, science production reflects not only regional competition but also––in an era of heightened global flows of academic and scientific knowledge within strengthened worldwide networks—the growing collaboration among scientists worldwide.« (Zhang u.a. 2015: 49)

Es arbeiten immer mehr Wissenschaftler gemeinsam an einem Forschungsartikel. Der im Mai 2015 in den *Physical Review Letters* erschienene Forschungsartikel über die Messung der Masse des Higgs-Bosons[96] wurde in Zusammenarbeit von 5.145 Autoren verfasst. Als erster gemeinsamer Artikel zweier Forscherteams, die den Großen Hadronen-Speicherring (LHC) Teilchenbeschleuniger am Europäischen Kernforschungszentrum (CERN) in Genf betreiben, kann er als herausragendes Beispiel für die weltweite Vernetzung und Zusammenarbeit von Wissenschaftlern dutzender Organisationen und Länder herangezogen werden (Castelvecchi 2015). Obwohl dieser Artikel einen Extremfall darstellt, zeigt er, dass die zunehmende Vernetzung von Wissenschaftlern durch die Zusammenarbeit an einem gemeinsamen Gegenstand zu einer Zunahme an Kooperationen und gemeinsamen Publikationen führt.

96 Aad, Georges u.a. (ATLAS Collaboration, CMS Collaboration) (2015): Combined Measurement of the Higgs Boson Mass in pp Collisions at $\sqrt{s}=7$ and 8 TeV with the Atlas and CMS Experiments. *Physical Review Letters*, 114: 191803.

Die Vermessung nationaler und internationaler Kooperationen durch Ko-Autorenschaften

Eine Analyse von Thomson Reuters *Science Watch* (King 2012) zeigt, dass der Anteil an Zeitschriftenartikeln mit 50, 100, 200 oder 500 Autoren bis Anfang der 2000er Jahre relativ gering war. Erst im Jahr 2010 haben 1.000 Artikel die Schwelle von 50 oder mehr Autoren erreicht. Besonders die Physik, zu der auch der in den *Physical Review Letters* erschienene Zeitschriftenartikel zählt, sticht als Disziplin mit besonders hohen Autorenzahlen pro Artikel heraus, gefolgt von den Weltraumwissenschaften, Ingenieurwissenschaften und der Chemie. Im SCIE des Jahres 2010 listete TR 16 Zeitschriftenartikel der Physik mit jeweils mehr als 1.000 Autoren. Die meisten dieser Mehrautorenartikel können der Arbeit am CERN zugeschrieben werden. Gemessen an der Gesamtzahl der in TR SCIE erfassten Artikel bilden diese Publikationen jedoch eine beeindruckende Ausnahme. Die durchschnittliche Anzahl der Autoren eines Artikels betrug im Jahr 2011 lediglich 4,5 Autoren. Eine hohe Anzahl an Autorinnen eines Forschungsartikels kann außerdem in Zusammenhang mit einer hohen Bereitschaft zur Auslandsmobilität gebracht werden. Der Anteil an Wissenschaftlern mit internationaler Erfahrung ist in den Fächern Physik und Astronomie, Chemie, Landwirtschaft und Biologie, Mathematik, Pharmakologie, Immunologie und Mikrobiologie und Erd- und Planetenwissenschaften besonders hoch (Conchi/Michels 2014: 15).

Allerdings ist seit den 1990er Jahren nicht nur die Anzahl der beteiligten Wissenschaftler an einem Zeitschriftenartikel massiv gestiegen, sondern auch die Anzahl der Länder, aus denen die Autoren stammen, deren Artikel in Zusammenarbeit entstanden sind. 1980 waren durchschnittlich 2,1 Länder an einem Artikel beteiligt, 2010 waren es bereits 2,4, dies entspricht einem Anstieg von 12,6 Prozent (Zhang u.a. 2015: 48). Ein Vergleich des nationalen Publikationsoutputs, der in Zusammenarbeit veröffentlicht wurde, zeigt eindrücklich, dass es erst Ende des 20. Jahrhunderts zu einem merklichen Anstieg internationaler Zusammenarbeit kam. Die Verhältnisse von Veröffentlichungen in Einzelautorenschaft haben sich zugunsten von Publikationen mit zwei oder mehreren Autoren verschoben (Tabelle 6).

Als quantitativer Indikator zur Vermessung wissenschaftlicher Zusammenarbeit werden in dieser Arbeit Ko-Autorenschaften beziehungsweise Ko-Publikationen herangezogen, um zu untersuchen, wie viele Wissenschaftler als Autoren an einem Zeitschriftenartikel beteiligt waren:

»Ko-Publikationen sind ein Mittel, um Forschungskooperationen ganzer Wissenschaftssysteme (Länder) oder einzelner Einrichtungen zu analysieren. Man nimmt

dabei an, dass bei Ko-Publikationen jede genannte Einrichtung bzw. jedes genannte Land einen Beitrag zu der Publikation geleistet hat. Ko-Publikationen werden als Maß für die Kooperationsneigung und die Vernetzung einer Einrichtung oder eines Landes interpretiert. Zugleich spiegeln sie auch die Attraktivität einer Einrichtung oder eines Landes für wissenschaftliche Partner wider.« (Schmoch u.a. 2016: 35)

Abgeleitet aus dieser Definition werden Ko-Autorenschaften auf Basis des WC[97] (Abschnitt 6.7) berechnet. Durch die Kombination nationaler und internationaler Kooperationen können die in Kürze präsentierten Ergebnisse unterschiedliche Muster von Zusammenarbeit aufweisen, die im Folgenden vorgestellt werden.

Muster nationaler und internationaler Forschungskooperationen

In dieser Arbeit wird sich auf die Analyse von Forschungszusammenarbeit zwischen Hochschul- und Wissenschaftssystemen (Makroebene) beschränkt, da detaillierte Informationen zu den Autoren einzelner Zeitschriftenbeiträge aufgrund des hohen Kodieraufwands nicht zur Verfügung stehen (Abschnitt 6.6). Gezählt wird die absolute Anzahl der Publikationen eines Hochschul- und Wissenschaftssystems (Länderebene). Publikationen werden mit Hilfe der Angabe ihrer Affiliationen (Name der Organisation und Land) als Einzel- oder Mehrautorenpublikation gruppiert (Schmoch u.a. 2016: 35). Bei der Auswertung des prozentualen Anteils der Einzel- beziehungsweise Mehrautorenpublikationen wurde nicht zwischen nationaler und internationaler Zusammenarbeit unterschieden. Es ist aber davon auszugehen, dass der Anteil internationaler Zusammenarbeit in etablierten Hochschul- und Wissenschaftssystemen höher ist, als der Anteil nationaler Zusammenarbeit. Erstens, im Falle der Verweigerung internationaler Zusammenarbeit, droht diesen Ländern der Verlust wissenschaftlicher Talente (siehe oben). Zweitens, exzellente Wissenschaftlerinnen von prestigeträchtigen Universitäten arbeiten häufiger mit anderen exzellenten Forschern zusammen, egal in welchem Land sie gerade beschäftigt sind. Drittens, internationale Forschergruppen erreichen höhere Zitationsraten mit ihren Publikationen als nationale Teams. Für Länder, die sich noch in der Entwicklung ihrer Hochschul- und Wissenschaftssysteme befinden, ist das Gegenteil der Fall (Adams 2013: 558).

97 Eine ausführliche Beschreibung der Vor- und Nachteile der Methode des *whole count* und des ihr gegenüberstehenden *fractional count* erfolgte in Abschnitt 6.7.

In dieser Arbeit können Zeitschriftenartikel, die von zwei (oder mehr) Autoren publiziert wurden, folgende Muster aufweisen (Abbildung 20):

Fall 1:

Zwei Autoren forschen und lehren an der Universität Heidelberg in Deutschland im Fachbereich Medizin und publizieren einen gemeinsamen Zeitschriftenartikel in der Zeitschrift *PLOS Medicine*.

Dieser klassische Fall nationaler wissenschaftlicher Zusammenarbeit zeichnet sich besonders durch die physische Nähe der Autoren aus. Beide arbeiten an derselben Universität beziehungsweise im gleichen Fachbereich. Es ist sehr wahrscheinlich, dass sich die Forscherinnen im Arbeitsalltag begegnen, wodurch ein regelmäßiger, persönlicher und direkter Austausch über die eigene Forschungsarbeit gewährleistet ist. Durch diesen informellen Transfer von Wissen ist es einfach einen gemeinsamen Zeitschriftenartikel zu veröffentlichen.

Fall 2:

Im Rahmen der kooperativen Graduiertenschule AICES der RWTH Aachen, arbeiten ein Doktorand, der am Max-Planck-Institut für Eisenforschung in Düsseldorf als wissenschaftlicher Mitarbeiter angestellt ist, mit seinem Doktorvater der RWTH an einem gemeinsamen Artikel zum Thema Modellierung und Simulation technischer Systeme und Prozesse.

Diese Form der nationalen Zusammenarbeit über die Grenzen einer Organisationsform hinweg ist im deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystem ein häufig anzutreffendes Muster, da die Universitäten das alleinige Monopol auf die Vergabe des Doktortitels innehaben. Häufig sind jedoch Doktoranden an einem außeruniversitären Forschungsinstitut in einem Forschungsprojekt angestellt, in dem sie ihre Promotionsschrift anfertigen. Die Promotionsprüfung muss dann aber offiziell an der Universität abgelegt werden. Teilweise bekleiden die Promotionsbetreuer gleichzeitig eine Leitungsposition in einem der assoziierten Institute und eine Professur. Hierdurch entsteht eine sehr enge Zusammenarbeit in gemeinsamen Forschungsprojekten, die die Wahrscheinlichkeit einer Publikation in Zusammenarbeit deutlich erhöhen. Durch die einheitliche Verortung in Deutschland teilen Wissenschaftler an beiden Einrichtungen ein gemeinsames Verständnis über wissenschaftliche (Zusammen-)Arbeit und sprechen die

gleiche Sprache. Persönliche Treffen sind aufgrund der örtlichen Nähe einfach zu realisieren und die Teilnahme an der Graduiertenschule stellt einen regelmäßigen Austausch sicher. Eine gemeinsame Publikation des Doktorvaters mit seinem Doktoranden dient auch als »Lehrstück« zur Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten.

Fall 3:

Die private Forschungsuniversität Carnegie Mellon aus Pittsburgh (Pennsylvania) hat in Doha in Katar an der Ostküste der Arabischen Halbinsel im Jahr 2008 einen *Branch-Campus* gegründet. Aus diesem Grund haben ein Postdoktorand aus Pittsburgh und eine Professorin aus Doha, die beide im Bereich Computerwissenschaften forschen, einen Artikel im *IEE Journal on Selected Areas in Communication* zur Veröffentlichung eingereicht.

Dieses Fallbeispiel beschreibt eine sehr junge Form internationaler Forschungszusammenarbeit, da die ersten internationalen *Branch-Campus* erst zu Beginn der 1990er Jahre im Mittleren Osten und Asien etabliert wurden, als Zeichnen steigender Globalisierung, Internationalisierung, Vernetzung und Organisation der Hochschul- und Wissenschaftslandschaft weltweit. Der Austausch von Studierenden, Forschern und natürlich der Transfer von Wissen gelten als Gründe für ihre Ausbreitung. Studierenden im Land der Außenstelle wird ein Studium und Studienabschluss an einer ausländischen Universität ermöglicht, ohne hierfür das Land verlassen zu müssen. Wissenschaftler teilen ihre Expertise und arbeiten an gemeinsamen Forschungsideen. Durch die große räumliche Distanz der beiden Forscher sind regelmäßige, persönliche Treffen nicht selbstverständlich. Ein Großteil der Koordination zur Erstellung des Forschungsartikels muss über digitale Medien (E-Mail, Skype, Telefon) organisiert werden.

Fall 4:

Sowohl an der Universität Pierre und Marie Curie VI in Paris (Frankreich), als auch am *University College London* in Großbritannien gibt es die Fachbereiche Umweltwissenschaften. Um die Zusammenarbeit beider Universitäten in Europa zu stärken und auf gegenseitige Expertise zurückzugreifen, haben zwei Professoren der Universitäten beschlossen der Frage nachzugehen, ob globale Erwärmung als deutliches Zeichen für den einsetzenden Klimawandel gemessen werden kann. Aus dieser Zusammenarbeit ist ein gemeinsamer

Forschungsartikel entstanden, der in naher Zukunft zur Begutachtung bei einer Fachzeitschrift eingereicht werden soll.

Dieses Muster europäischer Forschungszusammenarbeit bildet den vielleicht anspruchsvollsten, aber auch am stärksten wachsenden, Fall. Die Professoren beider Universitäten profitieren von einer voranschreitenden Globalisierung der Forschung und der zunehmenden Verwissenschaftlichung aller gesellschaftlichen Teilbereiche. Für die Zusammenarbeit beider Wissenschaftler ist besonders herausfordernd, dass sie aus völlig unterschiedlich strukturierten und funktionierenden Hochschul- und Wissenschaftssystemen kommen, keine gemeinsame Muttersprache sprechen, obwohl die gemeinsam geteilte Wissenschaftssprache Englisch ist, und dass die Forschung über Landesgrenzen hinweg organisiert werden muss. Durch das gemeinsame Forschungsinteresse am Klimawandel können Synergien geschaffen und neue, oder vielleicht sogar konträre Ansätze zur Beantwortung der Forschungsfrage geschaffen werden. Da es sich um zwei etablierte Professoren handelt, ist es sehr wahrscheinlich, dass sie sich für ihr Forschungsvorhaben den am besten geeigneten Kollegen gesucht haben, unabhängig vom eigenen Forschungsstandort.

Abbildung 20: Muster von Mehrautorenpublikationen

		Organisationszugehörigkeit	
		gleich	*ungleich*
Land	*gleich*	*Autor 1*: Universität Heidelberg; Deutschland *Autor 2*: Universität Heidelberg; Deutschland	*Autor 1*: RWTH Aachen; Deutschland *Autor 2*: MPI Eisenforschung; Deutschland
	ungleich	*Autor 1*: Carnegie Mellon University; USA *Autor 2*: Carnegie Mellon University in Qatar; Katar	*Autor 1*: Universität Pierre und Marie Curie VI; Frankreich *Autor 2*: University College London; Großbritannien

Quelle: eigene Darstellung

Um die drei Zentren wissenschaftlicher Produktion auch bei einer Analyse der wissenschaftlichen Zusammenarbeit abzubilden, wurden die in Kapitel 7 bereits vorgestellten Länder Deutschland, Frankreich und Großbritannien als Repräsentanten (West)Europas, die USA und Japan (ab 1960) und China (ab 1980) als führende Nationen (Ost)Asiens untersucht. Ergänzend wurden zwei weitere kleine europäische Länder (Belgien und Luxemburg) analysiert, um zu überprüfen, ob kleine(re) Hochschul- und Wissenschaftssysteme mit nur einer Forschungsuniversität oder einem System hauptsächlich aufbauend auf forschungsstarke Universitäten und einem nur schwach ausgebauten außeruniversitären Forschungssektor (Powell/Dusdal 2017a), höhere Kollaborationsraten aufweisen, als Länder, die über ein breiteres institutionelles Setting an Wissenschaft betreibenden Organisationen verfügen. Dieser Befund ist einerseits mit der Größe eines Landes zu begründen. Kleinere Länder sind auf internationale Kooperationspartner angewiesen, da ihnen im eigenen Land weniger potenzielle Partner für wissenschaftliche Zusammenarbeit zur Verfügung stehen (Schmoch u.a. 2016: 37). Andererseits gab es beispielsweise in Luxemburg immer schon die Tradition Studierende ins Ausland zu schicken, da die einzige Forschungsuniversität erst im Jahr 2003 gegründet wurde. Dieser Umstand hat aber nicht vollständig zu einer Aufgabe der Tradition geführt, sondern vielmehr die bereits bestehenden internationalen Beziehungen und Netzwerke gestärkt. Weitere Gründe für wissenschaftliche Zusammenarbeit sind eine kulturelle Nähe, eine gemeinsam geteilte Sprache und historische oder politisch gewachsene Beziehungen.

10.4 Der Anstieg nationaler und internationaler Kooperationen

Gemeinsam haben alle untersuchten Länder, dass bis in die 1960er Jahre hinein relativ wenige Zeitschriftenartikel in Zusammenarbeit veröffentlicht wurden. Die Anteile an Artikeln in Alleinautorenschaft lagen im Durchschnitt bei über 90 Prozent. In den 1970er Jahren sanken die Anteile an Artikeln, die von einer Autorin oder einem Autor verfasst wurden im Mittel auf 84 Prozent. Dieses Ergebnis unterstreicht die oben beschriebenen Annahmen. Im Jahr 1980 kam es zu einem leichten Anstieg auf durchschnittlich 90 Prozent. 1990 wurden von allen hier betrachteten Ländern 78 Prozent, 2000 wesentlich weniger, nämlich 37 Prozent und 2010 nur noch 22 Prozent

aller Zeitschriftenartikel von einem Autor verfasst (Tabelle 6). In den STEM+-Fächern verdoppelte sich somit der Anteil an Zeitschriftenartikeln, die von zwei oder mehr Autoren in Zusammenarbeit verfasst wurden zwischen den Jahren 1990 und 2000. Zwischen den Jahren 2000 und 2010 kam es noch einmal zu einem deutlichen Wachstum von rund einem Drittel. Durch die Anwendung der WC Methode kommt es zu einer Überschätzung der eigentlichen Publikationszahlen: Da ein großer Anteil an Forschungsartikeln von Autoren mehrerer Länder gemeinsam verfasst werden, wird eine Publikation für jedes Land einmal gezählt und geht somit mehrfach in die Bewertung mit ein (Schmoch u.a. 2016: 36). Zudem sind die hier berichteten Publikationszahlen in Mehrautorenschaften pro Jahrgang und Land deutlich höher als die Werte in klassischen bibliometrischen Studien, wo häufig ausschließlich internationale Forschungskooperationen analysiert werden (siehe beispielsweise Glänzel/Schubert 2004; Adams u.a. 2005; Jeong u.a. 2014).

Eine Auswertung der Ergebnisse für einzelne Länder zeigt aber, dass deutliche Unterschiede bestehen. Innerhalb Europas[98] liegt Frankreich vor Deutschland und Großbritannien in Bezug auf wissenschaftliche Zusammenarbeit. In den USA und Japan liegen die prozentualen Anteile etwas niedriger und in China deutlich niedriger als in Europa. Einerseits entspricht dieses Ergebnis der von Adams (2013; siehe oben) aufgestellten These, dass etablierte Hochschul- und Wissenschaftssysteme – wie Frankreich, Deutschland und Großbritannien – höhere Raten wissenschaftlicher Zusammenarbeit aufweisen, als Länder, deren wissenschaftliche Leistungsfähigkeit sich gemessen an Publikationszahlen noch im Aufbau befinden. Andererseits verfügt die USA, dessen Hochschul- und Wissenschaftssystem sich bereits im 20. Jahrhundert konstituiert hat, über etwas geringere Anteile wissenschaftlicher Zusammenarbeit in den STEM+-Fächern. Als Erklärung kann herangezogen werden, dass Forscher aus den USA vergleichsweise wenig internationale Forschungserfahrung gesammelt haben (Franzoni u.a. 2012) und somit möglicherweise über wenige internationale Kontakte für internationale Zusammenarbeit verfügen. Außerdem muss die Größe des US-amerikanischen Systems in die Überlegungen mit einbezogen werden: Für

98 Tabelle 6 weist im Jahr 1960 für die europäischen Länder Belgien, Deutschland, Frankreich, Großbritannien und Luxemburg fehlende Werte auf, da ein Fehler in der Stichprobenziehung oder des Samplings nicht ausgeschlossen werden kann. Aus diesem Grund wurden für dieses Jahr Mittelwerte aus den Jahrgängen 1955 und 1965 gebildet, um die absoluten Publikationszahlen angeben zu können (siehe Kapitel 6). Eine Berechnung der Zeitschriftenartikel in Zusammenarbeit wird aus diesem Grund nicht vorgenommen.

Wissenschaftler aus den USA ergeben sich viel mehr Möglichkeiten national zusammenzuarbeiten, da mehr Forschungseinrichtungen (Universitäten und außeruniversitäre Forschungsinstitute) vorhanden sind als beispielsweise in Deutschland. Auch befinden sich viele renommierte und prestigeträchtige Universitäten (*Ivy League*) in den USA, deren Forscher als potenzielle Kollaborationspartner in Frage kommen. Unter Berücksichtigung der Größe eines Landes wäre zu überlegen, ob die USA besser mit beispielsweise den EU–15 Staaten verglichen werden sollte. Bei einer gleichzeitigen Betrachtung nationaler und internationaler Kooperationen in Form von Ko-Autorenschaften kann nicht abschließend geklärt werden, wie hoch der Anteil nationaler und internationaler Kooperationen innerhalb eines Landes ist. Weiterführende Untersuchungen im Anschluss an diese Arbeit sollen Aufschluss über die Verteilung beider Formen im Ländervergleich geben und die theoretisch beschriebenen vier Muster nationaler und internationaler Zusammenarbeit abbilden. Zusätzlich können zeitliche Veränderungen der Verteilung in die Analyse mit einfließen, um herauszufinden, inwieweit sich der Anteil internationaler Kooperationen erhöht hat.

Im Jahr 2000 wurden die meisten Zeitschriftenartikel in Alleinautorenschaft in China (45,6 Prozent) verfasst. Etwas mehr als die Hälfte der Publikationen wurde also von zwei oder mehreren Autoren geschrieben. Ähnlich hohe Anteile erreichen Japan (42,0 Prozent), Deutschland (40,8 Prozent) und Großbritannien (40,5 Prozent). Deutlich höhere Anteile an Ko-Autorenschaften wurden in Belgien (70,5 Prozent) und Luxemburg (78,3 Prozent) erzielt. Ein europäischer Vergleich zeigt, dass im Jahr 2010 in Frankreich lediglich 16,8 Prozent aller Zeitschriftenartikel von einem Autor publiziert wurden, wohingegen es in Deutschland 23,2 Prozent und in Großbritannien 23,7 Prozent waren. Wissenschaftler in den USA (25,5 Prozent Einzelautorenschaften in 2010), Japan (27,3 Prozent) und China (33,5 Prozent) publizierten wiederum deutlich seltener gemeinsam mit ihren Kollegen.

Eine Gegenüberstellung Japans und Chinas zeigt, dass Japan deutlich mehr in FuE investiert (Abschnitt 7.1.2), der Aufbau des Hochschul- und Wissenschaftssystems deutlich früher begann und somit auch die Produktion wissenschaftlichen Wissens in Form von Zeitschriftenartikeln früher einsetzte (Zhang u.a. 2017; Shima 2017). Diese Entwicklung setzt sich auch beim Vergleich der Anteile nationaler und internationaler wissenschaftlicher Zusammenarbeit fort. Im Zeitverlauf haben Wissenschaftler, die in Japan tätig sind, in den einzelnen betrachteten Jahren mehr gemeinsame Artikel

publiziert als Kollegen in China. Ein Vergleich der drei Zentren wissenschaftlicher Produktivität zeigt in Bezug auf die gemeinsame Produktion wissenschaftlichen Wissens, dass europäische Länder mehr Publikationen in Ko-Autorenschaft veröffentlicht haben, als Nordamerika (die USA als ihr Repräsentant), China und Japan (Asien).

Im Anschluss an die Untersuchung der wichtigen Wissenschaft produzierenden Nationen des 20. und 21. Jahrhunderts sollen nun noch zwei kleinere Länder in den Blick genommen werden: Belgien und Luxemburg. Wie bereits in den vorangegangenen empirischen Abschnitten 7.2.1 und 7.2.2 beschrieben wurde, unterscheiden sich diese beiden Länder deutlich voneinander und auch stark von den führenden Wissenschaftsnationen Europas. Obwohl Belgien in Bezug auf seine Anteile an Publikationen pro Kopf und pro Wissenschaftler vor den anderen Ländern liegt, wird das Land dennoch nicht zu den klassischen führenden Hochschul- und Wissenschaftsnationen gezählt. Die Anteile an Zeitschriftenartikeln, die in Einzelautorenschaft verfasst wurden sind mit denen Frankreichs im Zeitverlauf sehr gut vergleichbar. Als Erklärungsansätze dienen eine geografische Nähe und Französisch als gemeinsam geteilte Sprache. Ohne bisher eine Analyse der Publikationsnetzwerke durchgeführt zu haben, ist zu vermuten, dass zwischen beiden Ländern eine größere Anzahl an Kooperationen zu finden ist, das gilt zumindest für Wallonien, den französischsprachigen Teil Belgiens. In Bezug auf ihre nationale und internationale wissenschaftliche Zusammenarbeit hebt sich Luxemburg jedoch deutlich von den anderen Ländern ab. Trotz der erst jungen Historie des luxemburgischen Hochschul- und Wissenschaftssystems, das sich auch aktuell noch im Aufbau befindet (Dusdal, Powell 2018), weist das Land extrem hohe Anteile nationaler und internationaler Zusammenarbeit seit dem Jahr 2000 auf. Bereits kurz vor Gründung der Universität im Jahr 2003 betrug der Anteil an Zeitschriftenartikel, die in Einzelautorenschaft verfasst wurden, lediglich 21,7 Prozent. Dieser Anteil sank im Jahr 2010 noch einmal um die Hälfte auf 10,7 Prozent. Das bedeutet, dass neun von zehn Zeitschriftenartikeln im Land von zwei oder mehr Autoren in wissenschaftlicher Zusammenarbeit verfasst wurden. Dieser Befund spiegelt sich auch in der Platzierung der Universität Luxemburgs im U-Multirank,[99] einem internationalen Ranking zur Messung der Performanz von Universitäten, das durch das Programm Erasmus+ der Europäischen Kommission fi-

99 Gemessen werden fünf verschiedene Dimensionen: Lehre und Lernen, Forschung, Wissenstransfer, internationale Orientierung und regionales Engagement. Das Ranking umfasste im Jahr 2015 mehr als 1.000 Institutionen und 83 Länder (U-Multirank 2016).

nanziert wird, wider. In der Dimension »internationale Orientierung« erreichte die Universität bereits zum zweiten Mal in Folge im Jahr 2016 den ersten Rang. Auch im Times Higher Education (THE) World University Ranking erreichte die Universität Luxemburg den zweiten Rang in Bezug auf ihre internationale Ausrichtung hinter der *Qatar University*. Eine Top 25 Platzierung weltweit konnte für gemeinsame internationale Publikationen erreicht werden (UL 2016). Zudem zeichnet sich die Universität durch ihr multinationales Umfeld aus.

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse dieses Kapitels zeigt, dass es im Zeitverlauf zu einer zunehmenden Internationalisierung der Forschung kam, die sich unter anderem in einem Anstieg an nationalen und internationalen Kooperationen in Form von Publikationen in Zeitschriftenartikeln ausdrückt. Wie hoch der Anteil internationaler Kooperationen ist, kann hier allerdings nicht genau bestimmt werden. Um zu prüfen, ob es zu einer Zerstreuung potenzieller Kooperationspartner kam, muss in einem weiterführenden Schritt gesondert untersucht werden. Festzuhalten ist aber, dass die drei Zentren wissenschaftlicher Produktivität einen unterschiedlich großen Beitrag zur wissenschaftlichen Zusammenarbeit leisten, und dass die ihnen zugehörigen Ländern vergleichend miteinander untersucht werden müssen. Je nach Größe eines Landes, des Hochschul- und Wissenschaftssystems und der Organisation der Forschung werden unterschiedliche Entscheidungen getroffen, ob und inwieweit arbeitsteilige Forschung betrieben wird, die sich unter anderem in Form von gemeinsamen Zeitschriftenpublikationen ausdrückt (siehe auch Powell/Dusdal 2017a; b). Die von Schmoch, Gruber und Frietsch (2016: 37) aufgestellte These, dass kleinere Länder auf Kooperationspartner angewiesen sind, da es im eigenen Land weniger potenzielle Partner für wissenschaftliche Zusammenarbeit gibt, kann vorläufig bestätigt werden, obwohl nicht klar ist, wie groß der Anteil nationaler und internationaler Kooperationen genau ist. Für Luxemburg gilt aber, dass auch innerhalb des Landes nur wenige Kooperationspartner für wissenschaftliche Zusammenarbeit gibt, somit basiert der Großteil der Publikationen in Mehrautorenschaft höchstwahrscheinlich auf internationaler Zusammenarbeit. Unklar ist, inwieweit diese Aussage verallgemeinert werden kann.

Nach Abschluss des letzten empirischen Kapitels dieser Arbeit erfolgt nun die Zusammenfassung und Diskussion der wichtigsten Ergebnisse (Kapitel 11). Die Befunde werden in Beziehung zueinander gesetzt und das empirische Material wird noch einmal gebündelt mit den theoretischen Überlegungen kontextualisiert. Die Forschungsfragen werden beantwortet.

Tabelle 6: Anzahl der Publikationen in Mehrautorenschaft für Frankreich, Deutschland, Großbritannien, USA, Japan, China, Belgien und Luxemburg, 1900–2010

Jahr	Variable	Land							
		FRA	DEU	GBR	USA	JPN	CHN	BEL	LUX
1900	Absolute Anzahl Artikeln	1.838	2.525	1.139	1.960	-	-	-	-
	Anzahl der Artikel mit einem Autor	1.838	2.525	1.083	1.945	-	-	-	-
	Prozentualer Anteil an Artikeln mit einem Autor	100,0%	100,0%	95,1%	99,2%	-	-	-	-
1910	Absolute Anzahl Artikeln	627	3.135	1.281	4.004	-	-	-	-
	Anzahl der Artikel mit einem Autor	621	3.135	1.278	3.927	-	-	-	-
	Prozentualer Anteil an Artikeln mit einem Autor	99,0%	100,0%	99,8%	98,1%	-	-	-	-
1920	Absolute Anzahl Artikeln	533	4.020	1.258	5.486	-	-	-	-
	Anzahl der Artikel mit einem Autor	533	4.020	1.255	5.404	-	-	-	-
	Prozentualer Anteil an Artikeln mit einem Autor	100,0%	100,0%	99,8%	98,5%	-	-	-	-
1930	Absolute Anzahl Artikeln	-	4.344	3.653	11.789	-	-	-	-
	Anzahl der Artikel mit einem Autor	-	4.239	3.572	11.337	-	-	-	-
	Prozentualer Anteil an Artikeln mit einem Autor	-	97,6%	97,8%	96,2%	-	-	-	-
1940	Absolute Anzahl Artikeln	317	5.132	3.833	9.641	-	-	-	-
	Anzahl der Artikel mit einem Autor	183	4.839	2.962	8.685	-	-	-	-
	Prozentualer Anteil an Artikeln mit einem Autor	57,7%	94,3%	77,3%	90,1%	-	-	-	-
1950	Absolute Anzahl Artikeln	4.233	2.165	5.194	4.894	-	-	-	-
	Anzahl der Artikel mit einem Autor	3.622	2.058	4.743	4.347	-	-	-	-
	Prozentualer Anteil an Artikeln mit einem Autor	85,6%	95,1%	91,3%	88,8%	-	-	-	-
1960	Absolute Anzahl Artikeln	-	-	-	33.850	-	-	-	-
	Anzahl der Artikel mit einem Autor	-	-	-	29.947	-	-	-	-
	Prozentualer Anteil an Artikeln mit einem Autor	-	-	-	88,5%	-	-	-	-
1970	Absolute Anzahl Artikeln	4.309	8.284	15.958	102.225	6.462	-	596	-
	Anzahl der Artikel mit einem Autor	3.734	6.687	13.854	86.987	5.359	-	494	-
	Prozentualer Anteil an Artikeln mit einem Autor	86,7%	80,7%	86,8%	85,1%	82,9%	-	82,9%	-
1980	Absolute Anzahl Artikeln	20.748	28.559	29.629	125.906	22.963	733	3.374	8
	Anzahl der Artikel mit einem Autor	18.340	26.527	26.496	109.547	21.340	686	2.950	7
	Prozentualer Anteil an Artikeln mit einem Autor	88,4%	92,9%	89,4%	87,0%	92,9%	93,6%	87,4%	87,5%
1990	Absolute Anzahl Artikeln	27.565	38.214	38.641	170.800	39.234	6.526	4.808	26
	Anzahl der Artikel mit einem Autor	20.650	31.665	30.679	134.878	32.416	5.432	3.518	18
	Prozentualer Anteil an Artikeln mit einem Autor	74,9%	82,9%	79,4%	79,0%	82,6%	83,2%	73,2%	69,2%
2000	Absolute Anzahl Artikeln	39.889	53.521	54.602	198.776	61.208	26.909	7.959	83
	Anzahl der Artikel mit einem Autor	13.489	21.830	22.138	77.127	25.687	12.277	2.350	18
	Prozentualer Anteil an Artikeln mit einem Autor	33,8%	40,8%	40,5%	38,8%	42,0%	45,6%	29,5%	21,7%
2010	Absolute Anzahl Artikeln	53.878	74.287	69.931	265.150	65.001	129.359	13.719	394
	Anzahl der Artikel mit einem Autor	9.029	17.243	16.542	67.507	17.723	43.343	2.110	42
	Prozentualer Anteil an Artikeln mit einem Autor	16,8%	23,2%	23,7%	25,5%	27,3%	33,5%	15,4%	10,7%

Quelle: SPHERE Projektdatenbank (Rohdaten; Thomson Reuters WoS SCIE), eigene Berechnung

11. Schlussbetrachtung und Diskussion der Ergebnisse

Unter dem Titel meiner Arbeit *Welche Organisationsformen produzieren Wissenschaft? Zum Verhältnis von Hochschule und Wissenschaft in Deutschland* werden die wichtigsten Punkte meiner Dissertationsschrift zusammenfassend dargestellt.

Dem Thema der Entwicklung wissenschaftlicher Produktivität in Deutschland wurde sich aus verschiedenen Perspektiven (Analyseebenen, Dimensionen, Zeitpunkte) genähert. Mich hat besonders interessiert, wie die im deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystem vorherrschenden Strukturen und institutionellen Settings, die langfristige Entwicklung wissenschaftlicher Produktivität beeinflusst und verändert haben. Besonders vor dem Hintergrund einer voranschreitenden Globalisierung und Internationalisierung der Wissenschaft, einer weltweiten Vernetzung von Wissenschaftlern und der Herausbildung einer Wissensgesellschaft.

Die Annäherung an den Forschungsgegenstand erfolgte auf der Makro- und der Mesoebene. Da Informationen zu einzelnen Autoren nicht zur Verfügung standen, konnten keine Aussagen auf der Mikroebene getroffen werden, wenngleich Publikationen natürlich immer von Individuen verfasst werden und nicht von den hier untersuchten Ländern oder Organisationsformen und Einzelorganisationen. Anhand der Dimensionen Expansion, Vielfalt und Kooperation wurde der Untersuchungsrahmen abgesteckt und eine Ordnung der Fragestellungen vorgenommen, an denen die Struktur der Arbeit ausgerichtet ist. Der Zeitrahmen der Arbeit umfasst die Jahre 1900 bis 2010, also mehr als ein Jahrhundert.

Ziel dieser Arbeit war es, darzulegen, warum Wissenschaftler ihre Forschungsergebnisse in Form von Zeitschriftenartikeln publizieren. Es geht unter anderem darum, die Wichtigkeit wissenschaftlicher Erkenntnisse hervorzuheben, da nicht publizierte Ergebnisse für die Wissenschaft nicht existieren und sich aus der Art und Weise, wie publiziert wird, die Organisation der Forschung innerhalb einer Disziplin oder eines Fachs ableiten lässt.

Innerhalb der in dieser Arbeit untersuchten STEM+-Fächer spielen Publikationen in *peer reviewed* Zeitschriften eine wichtige Rolle. Sie dienen nicht nur der Dokumentation generierten Wissens, sondern sind auch ein Anzeiger für die Reputation eines Forschers und dienen der Messung der Produktion wissenschaftlichen Wissens.

In den letzten Jahrzehnten kam es zu einer zunehmenden Verwissenschaftlichung vieler gesellschaftlicher Teilbereiche und die Generierung wissenschaftlichen Wissens rückte immer weiter ins Zentrum des politischen und wirtschaftlichen Interesses, unabhängig davon, wo es produziert wurde. Aus diesem Grund wurden die Orte wissenschaftlicher Produktivität identifiziert und voneinander abgegrenzt, indem ihre Gemeinsamkeiten und Unterschiede anhand ihrer Aufgaben und Ziele sowie der Art der Forschung diskutiert wurden.

Ich habe in einem ersten Schritt dargelegt, warum ich die Arbeit an der Schnittstelle zwischen Hochschul- und Wissenschaftsforschung und der Bibliometrie angelegt habe. Publikationsanalysen werden zwar noch immer als Hauptaufgabe der Bibliometrie gesehen, aber die Ergebnisse werden auch von anderen Akteuren wie Hochschulmanagern, Politikern und Wissenschaftlern genutzt, um einerseits Aussagen über die Qualität der Wissenschaft zu treffen, aber auch um sich miteinander zu vergleichen oder steuernd in die Struktur und Organisation einzugreifen. Wie ich in der Einleitung dieser Arbeit zeigen konnte, lassen sich aus der Auszählung von Publikationszahlen nur schwer Aussagen über die Qualität einer wissenschaftlichen Arbeit ableiten. Weitere zusätzliche Parameter müssten hinzugezogen werden, um fundierte Ergebnisse präsentieren zu können. Aus diesem Grund beschränken sich die Aussagen der vorliegenden Dissertation ausschließlich auf die Quantität der Wissenschaft und nicht auf die Qualität der untersuchten Zeitschriftenartikel, die Forschungsleistung eines Wissenschaftlers, einer Organisation, ausgewählter Organisationsformen, oder eines Landes.

In dieser Arbeit wurden Publikationen in *peer reviewed* Zeitschriften als einziges Kennzeichen wissenschaftlicher Produktivität genutzt. Diese Einschränkung war notwendig, da es sich bei Zeitschriftenpublikationen einerseits um einen wichtigen Indikator zur Messung von Produktivität handelt, aber auch, weil nicht alle Teilaspekte Eingang in die Dissertationsschrift finden konnten. Die Eingrenzung auf diesen Teilaspekt wissenschaftlicher Produktivität hat es mir ermöglicht, Publikationen umfassend zu untersuchen. In den STEM+-Fächern bilden Veröffentlichungen in hochklassigen, mög-

lichst internationalen wissenschaftlichen Zeitschriften den *gold standard* wissenschaftlichen Outputs. Die Datengrundlage der Arbeit basiert auf Zeitschriftenartikeln aus der Rohdatenbank von Thomson Reuters WoS SCIE. Hierbei handelt es sich um eine Zeitschriftendatenbank, die hauptsächlich Zeitschriften aus den STEM+-Fächern enthält. Die Datenbank wurde von mir umfassend aufbereitet und nachkodiert, um die zur Verfügung stehenden Informationen für die Analysen nutzbar zu machen. Methodologisch wurde eine Kombination aus einer vergleichenden institutionellen Analyse ausgewählter Länder, eine historische Untersuchung des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems und eine systematische Auswertung bibliometrischer Publikationsdaten Deutschlands im europäischen und weltweiten Vergleich angestrebt.

Ich habe in einem Kapitel zum multidisziplinären Kontext der Arbeit gezeigt, in welcher Beziehung sich die Hochschul- und Wissenschaftsforschung in Deutschland zueinander befinden. Wissenschaftliches Wissen nimmt eine Sonderstellung im Vergleich zu anderen Wissensformen ein, da es unter bestimmten Bedingungen, die von der wissenschaftlichen Gemeinschaft selbst bestimmt werden, generiert und verbreitet wird. Zudem wurden die Wissenschaft und die in ihr wichtigen Organisationen und Institutionen – Universitäten, Fachhochschulen, außeruniversitäre Forschungsinstitute – vorgestellt. Theoretisch fußt die hier vorliegende Arbeit auf einen neoinstitutionellen Ansatz. Grundsätzlich unterschieden sich die Ansätze institutioneller Theorie hinsichtlich ihrer Analyseebene, sie sind aber durch einen gemeinsamen Überbau miteinander verschränkt. Deshalb eignet sich der NI besonders gut, um eine Analyse der wissenschaftlichen Produktivität auf mehreren Ebenen durchzuführen. Zur Beschreibung des Wandels der Wissensproduktion und der Analyse der Organisationsformen und Organisationen wurde zusätzlich auf das Konzept der *Mode 1* versus *Mode 2* Wissenschaft und das Triple-Helix Modell zurückgegriffen.

Der empirische Teil der Arbeit besteht aus drei Teilen. Die wichtigsten Ergebnisse aus ihnen werden im Folgenden zusammengefasst.

The Global Picture – Hochschul- und Wissenschaftssysteme im Vergleich

Im Mittelpunkt meiner Dissertation stand die Frage, welche Organisationsformen Wissenschaft produzieren. Um die Ergebnisse der detaillierten Fallstudie einordnen und bewerten zu können erfolgte zunächst eine Einbettung in den globalen und europäischen Kontext. Die forschungsleitenden Fragen,

wie hat sich die wissenschaftliche Produktivität weltweit und im europäischen Vergleich zwischen 1900 und 2010 entwickelt und wie war/ist das deutsche Hochschul- und Wissenschaftssystem in die globalen Entwicklungen der Hochschulbildung und Wissenschaft im Zeitverlauf eingebettet, wurden folgendermaßen beantwortet:

In einem ersten Schritt konnte gezeigt werden, dass das wissenschaftliche Wachstum in einem Zeitraum von 1900 bis 2010 exponentiell verlief und auch heute vermutlich immer noch so verläuft (Abbildungen 3 und 10). Die massive Ausdehnung wissenschaftlichen Wissens hatte und hat immer noch einen großen Einfluss auf gesellschaftliche Entwicklungen, die nicht auf den wirtschaftlichen und technischen Fortschritt beschränkt sind (Krücken/Drori 2009). Es wurde dargestellt, dass Hochschul- und Wissenschaftssysteme weltweite Gemeinsamkeiten aufweisen, die zu einer ähnlichen Entwicklung und Ausweitung wissenschaftlicher Produktivität geführt haben (Meyer 2009). Bereits angedeutet wurde im Vergleich wichtiger europäischer Länder (Deutschland im Vergleich mit Großbritannien, Frankreich, Belgien und Luxemburg), dass zwischen der weltweiten Ausweitung der Wissenschaft, dem Anstieg an Publikationen und der Expansion von modernen Forschungsuniversitäten ein Zusammenhang besteht. So wurde ein globales Feld der Wissenschaft aufgespannt, das als übergeordneter Rahmen fungiert. Zunächst konnten drei geografische Zentren wissenschaftlicher Produktivität im Zeitverlauf identifiziert werden: Europa, Nordamerika, Asien (Zhang u.a. 2015). Sie haben zu unterschiedlichen Zeitpunkten an Bedeutung gewonnen oder verloren. Heute tragen alle drei Zentren zur Produktion wissenschaftlichen Wissens in Form von Zeitschriftenartikeln bei. Allerdings sind besonders in Asien die Wachstumsraten in den letzten Jahren massiv angestiegen (Powell u.a. 2017; siehe genauer Shima 2017 zu Japan; Zhang u.a. 2017 zu China; Fu 2017 zu Taiwan und Kim/Choi 2017 zu Korea).

Es konnte festgehalten werden, dass alle Länder weltweit massiv in FuE investieren (OECD.Stat 2018a; Abbildung 9), und dass diese Investitionen zumindest teilweise einen Einfluss auf die wissenschaftliche Produktivität haben. Zwischen den Ländern sind große Unterschiede feststellbar. Zur Expansion der Wissenschaft haben aber nicht nur die Investitionen in FuE oder die Anmeldungen von Patenten in den STEM+-Fächern beigetragen. Einflussfaktoren zur Erhöhung wissenschaftlicher Produktivität umfassen zudem höhere Studierendenzahlen, eine gestiegene Anzahl an Forschern, eine Ausweitung von Forschungsaktivitäten in viele gesellschaftliche Teilbereiche, die Entwicklung von Forschungsprodukten und die Neugründung

von Universitäten (Powell/Baker/Fernandez 2017; Drori u.a. 2003: 3; Ben-David 1990). Im Zuge der Hochschulexpansion und der Massifizierung der Hochschulbildung in den 1960er und 1970er Jahren sind besonders die Studierendenzahlen und die Anzahl der Wissenschaftler extrem angestiegen. Es kam also zu einer Ausweitung des kompletten Hochschul- und Wissenschaftssystems und nicht nur zu einer Erhöhung der Anzahl an Publikationen. Umgekehrt kann ein Teil des Anstiegs wissenschaftlicher Artikel auf eine steigende Anzahl an Wissenschaftlern zurückgeführt werden.

Zusätzlich konnte die von Derek J. de Solla Price (1961; 1974 [1963)] aufgestellte These, dass das exponentielle Wachstum wissenschaftlicher Literatur irgendwann abflachen müsse, wiederlegt werden. Zu keinem Zeitpunkt kam es zu einem Abflachen der Kurve oder einer Verlangsamung des wissenschaftlichen Wachstums (Abschnitt 2.4; Abbildungen 4 und 10). Obwohl einschneidende historische, politische, wirtschaftliche und technologische Ereignisse sowie Ereignisse bezogen auf die Hochschulen und Wissenschaft kurzfristig zu einer Verringerung der Publikationszahlen geführt haben, wurde die Wachstumskurve nicht nachhaltig beeinflusst: Die Publikationszahlen wuchsen ungebremst. Im Jahr 2010 wurden weltweit fast eine Million Zeitschriftenartikel publiziert.

Ich konnte zeigen, dass die Zahlen im Verhältnis zu den Ausgaben für FuE, der Größe der Hochschul- und Wissenschaftssysteme, der Anzahl der Einwohner (Abbildung 12) und Wissenschaftler (Tabelle 3; Abbildung 13) relativiert werden müssen (Abschnitt 7.2.2). Die anfängliche extreme Expansion der wissenschaftlichen Publikationen in den STEM+-Fächern basiert auf einem allgemeinen Wachstum der Hochschul- und Wissenschaftssysteme. Die institutionellen Settings und Organisationsformen, in denen Wissenschaft produziert wird, haben auch einen Einfluss auf die wissenschaftliche Produktivität. Anhand der ausgewählten Fallbeispiele konnte ich darlegen, dass Hochschul- und Wissenschaftssysteme, die über forschungsstarke Universitäten verfügen, höchst produktiv sind. Es kommt also nicht nur darauf an, wie viele Wissenschaftler innerhalb eines Systems beschäftigt sind, sondern auch darauf, in welchen institutionellen Settings sie arbeiten.

Im internationalen Vergleich trägt Deutschland immer noch erheblich zur wissenschaftlichen Produktivität in den STEM+-Fächern bei. Mit einer Wachstumsrate von 3,35 Prozent folgt Deutschland den USA und Japan auf dem dritten Platz. Insgesamt wurden im Jahr 2016 92,4 Milliarden Euro für FuE von der Regierung bereitgestellt. Das entspricht einem Anteil von 2,9 Prozent am BIP. Der EU-Richtwert von 2020 von drei Prozent wurde

also nur knapp verfehlt. Im Jahr 2010 wurden in Deutschland insgesamt 55.009 (*totals*) Zeitschriftenartikel in den STEM+-Fächern publiziert (Tabelle A5 im Anhang). Somit nimmt das Land im Vergleich zu Großbritannien, Frankreich, Belgien und Luxemburg die Spitzenposition ein – wenn lediglich die absoluten Zahlen betrachtet werden. Die Größe des Hochschul- und Wissenschaftssystems hat selbstverständlich einen Einfluss auf die Publikationsleistung. Werden die Zahlen nun in Beziehung zu anderen Größen gesetzt, verändert sich die Leistung der miteinander verglichenen Systeme zum Teil erheblich. Gemessen an der Einwohnerzahl werden in Deutschland weniger Zeitschriftenartikel publiziert als in Belgien und Großbritannien. Die Anzahl der beschäftigten Wissenschaftler betrug in Deutschland im Jahr 2010 327.996 (VZÄ). Das Verhältnis von Einwohnern zur Anzahl der Wissenschaftler betrug im selben Jahr 1000:4. Nur in Luxemburg und Großbritannien ist das Verhältnis von Wissenschaftlern zur Einwohnerzahl größer.

Das Zusammenspiel der Organisationsformen der Wissenschaft in Deutschland von 1900 bis 2010

Auf Basis des globalen und europäischen Kontextes der Entwicklung wissenschaftlicher Produktivität im Zeitverlauf erfolgte mit Hilfe des Überleitungskapitels »Die Institutionalisierung des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems« (Kapitel 8) eine tiefgreifende und detaillierte Untersuchung Deutschlands auf der Makro- und auf der Mesoebene.

Eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse zeigt, dass es in Deutschland sowohl zu einer Expansion des wissenschaftlichen Wissens in Form eines exponentiellen Anstiegs an Publikationen als auch zu einer Erhöhung der Vielfalt wissenschaftlicher Produktivität im Zeitverlauf kam (Abschnitte 9.1 und 9.3). Vier Forschungsfragen wurden beantwortet: Wie hat sich die wissenschaftliche Produktivität in Deutschland zwischen 1900 und 2010 entwickelt? Unter allen Wissenschaft produzierenden Organisationsformen, was tragen die »klassischen« Formen zur wissenschaftlichen Produktivität bei? Welche Organisationsformen stellen die besten Bedingungen für wissenschaftliche Produktivität bereit? Welche Einzelorganisationen gehören zu den forschungsstärksten in Deutschland?

Zunächst wurde aufgezeigt, dass das Wachstum wissenschaftlicher Produktivität in den STEM+- Fächern auch in Deutschland exponentiell verläuft. Die Kurve ist vergleichbar mit der weltweiten und europäischen Entwicklung, wenn auch in kleinerem Umfang. Zwar hatten auch hier verschie-

dene Ereignisse, wie der Zweite Weltkrieg, die Weltwirtschaftskrise oder die Wiedervereinigung, einen kurzfristigen negativen Einfluss, allerdings kam es zu keiner Abflachung oder Verlangsamung des Wachstums (Abbildung 11). Bis ins Jahr 2010 wuchs die Anzahl der publizierten Zeitschriftenartikel in Deutschland auf 55.009 an.

Eine detailliertere Betrachtung der wissenschaftlichen Produktivität Westdeutschlands im Vergleich zu Ostdeutschland kommt zu dem Schluss, dass der Anstieg der gesamtdeutschen Publikationszahlen auf einem Anstieg der Zahlen in Westdeutschland basiert (Abbildung 16). Zwischen 1950 und 1990 verlief die Kurve der wissenschaftlichen Produktivität in der DDR flach und auf niedrigem Niveau. Hieraus kann geschlossen werden, dass das Hochschul- und Wissenschaftssystem der DDR, aufbauend auf seinem Akademiemodell (Meske 1993 a; b), keine guten Bedingungen für wissenschaftliche Forschung bereitgestellt hat.

Außerdem konnte ich zeigen, dass nicht nur die »klassischen« Organisationsformen der Wissenschaft – Universitäten und außeruniversitäre Forschungsinstitute – zur wissenschaftlichen Produktivität beitragen, sondern dass wissenschaftliches Wissen auch in anderen Organisationsformen generiert wird. Besonders die Beschäftigten in Unternehmen, Behörden und Ressortforschungseinrichtungen sowie Krankenhäusern publizieren Artikel in wissenschaftlichen Zeitschriften. Allerdings bleibt die Universität über mehr als ein Jahrhundert die treibende Kraft und stellt die besten Bedingungen für wissenschaftliche Forschung bereit. Sie ist auch diejenige Institution, die am längsten existiert und einen hohen Institutionalisierungsgrad aufweist (siehe beispielsweise Meyer/Rowan 1991 [1977]). Universitäten sind resistent gegenüber Veränderungen und auch *critical junctures* (Suarey/Bromley 2016) haben ihre Produktivität nicht negativ beeinflusst. Im Zeitverlauf werden von ihren Mitarbeitern stets mehr als die Hälfte aller Publikationen in Deutschland veröffentlicht. Es deutet sich zwar eine Veränderung des organisationalen Feldes (DiMaggio/Powell 1991b) der Wissenschaft an, aber es kam bisher zu keiner tiefgreifenden Strukturveränderung oder gar einem Wandel. Ein erster Vergleich der wissenschaftlichen Produktivität von Universitäten und Nicht-Universitäten von 1975 bis 2010 hat ein sehr stabiles Muster im Zeitverlauf gezeigt: Die prozentuale Verteilung der publizierten Zeitschriftenartikel unterliegt kaum Schwankungen und beträgt im Mittel des untersuchten Zeitraums für die Universitäten 60 Prozent. Der Anteil der Nicht-Universitäten liegt hingegen im Durchschnitt bei 40 Prozent (Abbildung 17). Die These (Gibbons u.a. 1994), dass es im Zeitverlauf zu einem Absinken

des prozentualen Anteils der Universitäten kommen muss, kann für den untersuchten Zeitraum von 1975 bis 2010 nicht bestätigt werden. Obwohl die Richtigkeit der nachfolgenden Aussage nicht empirisch überprüft wurde, wird davon ausgegangen, dass es sich tatsächlich sogar um einen Anstieg wissenschaftlicher Produktivität der Universitäten im Zeitverlauf handelt. Unter Berücksichtigung einer Verschiebung der zur Verfügung stehenden finanziellen Mittel für FuE zugunsten der außeruniversitären Forschungsinstitute haben die Universitäten im Zeitverlauf mit weniger Forschungsgeldern immer mehr wissenschaftliche Zeitschriftenartikel publiziert.

Die Universitäten behaupten auch im Anschluss an diese erste Analyse ihr Monopol wissenschaftlicher Produktivität gegenüber den anderen Organisationen und Organisationsformen der Wissenschaft im Zeitraum von 1900 bis 2010. Gemeinsam mit den Universitäten publizierten die außeruniversitären Forschungsinstitute ab 1980 mehr als drei Viertel aller Zeitschriftenartikel in den STEM+-Fächern. Aber auch schon in den Jahren davor ist ihr gemeinsamer Anteil sehr groß. Zu den wichtigsten Wissenschaftsproduzenten gehören neben ihnen die (Industrie-)Unternehmen, Behörden und Ressortforschungseinrichtungen sowie Krankenhäuser (für eine ausführliche Beschreibung der Matrix der Organisationsformen siehe Tabelle 4 und Abbildungen 18 und 19). Alle anderen im Datensatz gefundenen oder aus der Theorie abgeleiteten Organisationsformen spielen nur eine untergeordnete Rolle und wurden in der Organisationsform »Sonstige« zusamengefasst.

Anhand des Beispiels aus dem Jahr 2010 konnte ein Einblick in diese höchst diverse Gruppe gewonnen werden. Werden in einem zweiten Schritt aber nicht nur die Verhältnisse der Organisationsformen zueinander betrachtet, sondern die führenden Wissenschaftsproduzenten Deutschlands in den Fokus gestellt, wird deutlich, dass sowohl die Institute der MPG als auch der HGF maßgeblich zur Produktion wissenschaftlichen Wissens beitragen. Werden die Publikationen aller Institute der Dachorganisationen zusammengezählt, übertreffen sie die Publikationstätigkeit einzelner Universitäten deutlich (Tabelle 5). Eine Einzelauswertung der Institute zeigt aber auch, dass sie allein genommen, auf Grund ihrer Größe und der Anzahl der Wissenschaftler, nicht mit den Universitäten konkurrieren können. Zudem gehört die hybride Organisationsform, die Charité – Universitätsmedizin Berlin, zu den führenden zehn Wissenschaftsproduzenten im deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystem.

Nationale und internationale Forschungskooperationen

Im letzten empirischen Kapitel wird auf der Makroebene die Frage beantwortet, welchen Einfluss die zunehmende Internationalisierung der Forschung auf nationale und internationale Kooperationen in Form von Publikationen in Zeitschriftenartikeln hat.

Im Zuge einer voranschreitenden Internationalisierung und Globalisierung wurden nationale und internationale wissenschaftliche Kooperationen immer wichtiger und haben stark zugenommen (Luukkonen u.a. 1992). Zu den wichtigsten Gründen für (internationale) Kooperationen in den STEM+-Fächern zählen unter anderem die Reputation der Forschungsorganisation und der Mitautoren, eine höhere Sichtbarkeit innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft, mehr Möglichkeiten für interdisziplinäre Forschung oder auch eine bessere Ausstattung der Labore (Conchi/Michels 2014: 45). Bereits ein Drittel aller Forschungsartikel weltweit sind das Ergebnis wissenschaftlicher Zusammenarbeit (Jeong/Choi 2015). Übertragen auf die Organisation wissenschaftlicher Forschung bedeutet der von Humboldt geprägte Leitsatz »in Einsamkeit und Freiheit« (Humboldt 1809/10), dass wissenschaftliche Forschung zumindest in den STEM+-Fächern nicht mehr von einem einzigen Wissenschaftler in alleiniger Verantwortung durchgeführt wird, sondern dass zunehmend Forschungsnetzwerke entstehen, in denen Wissenschaftler mit gemeinsamen Interessen an einer Fragestellung arbeiten und auch die aus der Forschung gewonnenen Erkenntnisse gemeinsam publizieren. Obwohl in der Bibliometrie wissenschaftliche Zusammenarbeit hauptsächlich in Form internationaler Forschungskooperationen untersucht werden, konzentriert sich diese Arbeit auf die gemeinsame Analyse nationaler und internationaler Kooperationen. Länder unterscheiden sich dahingehend, dass sie unterschiedliche Wege einschlagen, wie sie wissenschaftliche Zusammenarbeit gestalten. Diese Wege sind abhängig von der geografischen Größe eines Landes, unterscheiden sich aber auch in Bezug auf die Größe des Hochschul- und Wissenschaftssystems und die vorhandenen Organisationen.

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse zeigt, dass es im Zeitverlauf einen massiven Anstieg an nationalen und internationalen Kooperationen in Form von gemeinsamen Publikationen in Zeitschriftenartikeln gab. Bis in die 1990er Jahre hinein wurde in allen untersuchten Ländern (Frankreich, Deutschland, Großbritannien, USA, Japan, China, Belgien, Luxemburg) ein Großteil aller Zeitschriftenartikel in Alleinautorenschaft publiziert. Erst in den 1990er Jahren kam es zu einem Anstieg der Kooperationen. 78 Prozent

aller Publikationen der hier betrachteten Länder wurde von mehr als einem Autor veröffentlicht. Im Jahr 2000 wurden lediglich 37 Prozent und 2010 nur noch 22 Prozent aller Zeitschriftenartikel von einem Autor verfasst (Tabelle 6). In den STEM+-Fächern verdoppelte sich zwischen den Jahren 1990 und 2000 somit der Anteil an Zeitschriftenartikeln, die von zwei oder mehr Autoren in Zusammenarbeit verfasst wurden. Zwischen den Jahren 2000 und 2010 kam es noch einmal zu einem deutlichen Wachstum von rund einem Drittel. Wie hoch der Anteil internationaler Kooperationen ist, kann hier allerdings nicht genau bestimmt werden. Allerdings unterscheiden sich die Länder hinsichtlich ihres Anteils an Ko-Autorenschaften zum Teil deutlich voneinander.

Im Anschluss an die Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse dieser Arbeit folgt ein Ausblick auf weiterführende Forschungsvorhaben und auf offene Fragen.

12. Ausblick und offene Fragen

Bereits im Verlauf der Arbeit wurde in den Kapiteln immer wieder angedeutet, wo einzelne Fragen nicht, oder nur unzureichend beantwortet werden konnten. Hinzu kommt, dass in einer wissenschaftlichen Qualifizierungsarbeit Einschränkungen vorgenommen werden müssen, um den ausgewählten Untersuchungsgegenstand umfassend zu durchdringen. Während des Schreibprozesses der Arbeit wurden viele Ideen verworfen, die vom eigentlichen Thema der Arbeit weggeführt hätten oder zu umfangreich zur Beantwortung waren. Diese sollen nun als Ausblick auf weiterführende Forschungsvorhaben den Abschluss der Arbeit bilden.

Das Verhältnis von Hochschul- und Wissenschaftsforschung

Bereits Ziel meiner Dissertation war es, eine theoriegeleitete und empirisch fundierte interdisziplinäre Arbeit an der Schnittstelle von Hochschul- und Wissenschaftsforschung sowie der Bibliometrie anzufertigen. Kernthema der Forschungsfelder ist die Untersuchung des Verhältnisses von Wissen(schaft) und Gesellschaft. Im Mittelpunkt steht zertifiziertes Wissen, das im Rahmen universitärer Forschung und Lehre generiert und weitergegeben wird. Dennoch konnte ich zeigen, dass es sich immer noch um wietestgehend voneinander getrennte wissenschaftliche Gemeinschaften handelt. Durch die idealtypische Verbindung von Forschung und Lehre innerhalb deutscher Universitäten (Humboldt 1809) kann eine Reduzierung des Analysegegenstands der Wissenschaftsforschung auf die Forschung und der Hochschulforschung auf die Lehre als nicht zielführend betrachtet werden (Hüther/Krücken 2016). Es wird davon ausgegangen, dass unterschiedliche historische Institutionalisierungsprozesse, die Nähe zu distinkten Kerndisziplinen und unterschiedliche Anwendungsbezüge zur Herausbildung zweier Forschungsfelder geführt haben. Die (Weiter-) Entwicklung von Hochschul- und Wissenschaftsforschung und die damit einhergehenden, über-

wundenen Pfadabhängigkeiten setzen jedoch der Annäherung beider Felder Grenzen. Um jedoch den sich verändernden Anforderungen an tertiäre Bildung und dynamische Entwicklungen des Wissenschaftssystems gerecht zu werden, ist eine theoretisch untermauerte, empirische Analyse notwenig, die in der Lage ist, Strukturveränderungen zu erfassen und ihre Auswirkungen auf Organisationen und Akteure (hier besonders die Wissenschaft produzierenden Organisationsformen und Einzelorganisationen) einzuschätzen. Aus diesem Grund möchte ich in zukünftigen Forschungsvorhaben sowohl die als wichtig identifizierten Forschungsfelder, als auch Theorie und Empirie näher zusammenführen und in Folgeprojekten integrieren. Dies ist besonders wichtig, da die meisten aktuellen Forschungsprojekte entweder einen starken theoretischen Fokus ohne breite empirische Basis aufweisen, oder umfassende empirische Studien wenig theoretisch kontextualisiert werden. Dieser Befund stellt eine eklatante Forschungslücke dar, die in meinen zukünftigen Forschungsvorhaben thematisiert werden soll.

Die Verbindung qualitativer und quantitativer Methoden empirischer Sozialforschung sowie unterschiedlicher Analyseebenen

Zudem möchte ich historische, qualitative und quantitative Methoden der empirischen Sozialforschung – beispielsweise Experteninterviews, Dokumentenanalyse, Rohdaten zu wissenschaftlichen Zeitschriftenpubliaktionen und Netzwerkanalysen – miteinander verbinden. Der Fokus dieser Arbeit lag ausschließlich auf einer rein qunatitativen Betrachtung wissenschaftlicher Produktivität und hat aus forschungspraktischen Gründen eine qualitative Untersuchung des wissenschaftlichen Publikationsverhaltens ausgeklammert. Dies soll in einem weiteren Forschungsschritt ergänzt und mit der vorhandenen, umfassenden quantativen Datenbasis angereichert werden.

Besonders wichtig ist mir auch die Verbindung unterschiedlicher Analyseebenen. In meiner Dissertation habe ich wissenschaftliche Zeitschriftenpublikationen auf der Makro- und Mesoebene untersucht. Ich bin davon überzeugt, dass die Untersuchung einzelner Fallstudien sowie ihre theoretische Einbettung nur erfolgreich gelingen kann, wenn sie im globalen und/oder europäischen Kontext unterucht werden. Wie ich bereits darlegen konnte, spielen der historische Kontext und damit einhergehene politische und ökonomische Ereignisse sowie Ereignisse innerhalb des Hochschul- und Wissenschaftssystems eine Rolle, wenn es um die Entwicklung wissenschaftlicher Produktivität im Zeitverlauf geht.

Eine Analyse der Mikroebene, also der einzelnen Wissenschaftler, die die Beiträge verfassen und zur Veröffentlichung einreichen, muss auf einen späteren Zeitpunkt verschoben werden, da Individualdaten nicht zur Verfügung standen. An diesem Punkt wird auch deutlich, dass eine qualitative Evaluation der wissenschaftlichen Produktivität zwangsläufig zum Tragen kommen muss, um die Motive und Anreize zur Publikation von Zeitschriftenartikeln von einzelnen Wissenschaftlern, im Vergleich, zu untersuchen.

Expansion und Organisationsformen der Wissensproduktion

Durch die Arbeit an der Dissertation habe ich ein umfassendes Wissen über den exponentiellen Verlauf des weltweiten wissenschaftlichen Wachstums sowie über unterschiedliche Hochschul- und Wissenschaftssysteme, Organisationsformen und Organisationen der Wissenschaft erlangt.

In einem nächsten Schritt möchte ich dieses Wissen nutzen und meine Vorarbeiten auf weitere Fallstudien übertragen. In ersten vergleichenden Studien (Powell/Dusdal 2016; 2017 a; b; 2018; Powell u.a. 2017) konnte ich zusammen mit meinen Kollegen bereits zeigen, dass Hochschul- und Wissenschaftssysteme weltweit Gemeinsamkeiten aufweisen, die zu einer ähnlichen Entwicklung und Ausweitung wissenschaftlicher Produktivität geführt haben. Wir haben nachgewiesen, dass zwischen der weltweiten Ausweitung der Wissenschaft, dem Anstieg an Publikationen und der Expansion von modernen Forschungsuniversitäten ein Zusammenhang besteht.

Der vielleicht größte Kritikpunkt an meiner Arbeit, die Beschränkung der Zeitreihen auf den letzten Datenpunkt im Jahr 2010, kann dadurch relativiert werden, dass der Trend des exponentiellen Wachstums wissenschaftlicher Produktivität anhält und bis zu diesem Zeitpunkt kein abflachen der Wachstumskurve erfolgte. Dennoch möchte ich in einem nächsten Schritt neuere Daten bis zum Jahr 2015 in die Analysen mit einbeziehen. Natürlich käme es auch in Frage, jährlich vorzugehen und die aktuellste Zeitreihe 2017 zu berücksichtigen.

Die Analyse der Organisationsformen war der spannendste Aspekt meiner Dissertation und hat bisher wenig Eingang in die wissenschaftliche Literatur gefunden. In meiner weiterführenden Forschung möchte ich die Kodierarbeit ausweiten und andere Länder (beispielsweise USA, Frankreich und Großbritannien) auf der Ebene der Organisationsformen vergleichend untersuchen. Dies kann natürlich nur in Teamarbeit gelingen und müsste im Rahmen eines größeren, internationalen Forschungsprojekts erfolgen.

Nationale und internationale Forschungskooperationen in Deutschland im globalen und europäischen Kontext

Aufbauend auf die ersten Befunde zur Entwicklung nationaler und internationaler Forschungskooperationen in Deutschland auf Basis der Auswertung von Ko-Autorenschaften in meiner Dissertation, möchte ich diesem spannenden Thema auf der Mesoebene der Organisationsformen und Einzelorganisationen der Wissenschaft tiefergreifend nachgehen. Hierzu wurden bereits erste Forschungsideen entwickelt, denen sich methodisch mit Hilfe sozialer Netzwerkanalysen (Scott 2017) genähert werden soll.

Auf der horizontalen Zeitachse können durch den großen, bis ins Jahr 1900 zurückreichenden Datenbestand, sowohl historische als auch gegenwärtige Momentaufnahmen (zur Zeit bis 2010; geplant bis 2015) betrachtet werden. Besonders interessieren mich auf Basis meiner in der Dissertation durchgeführten Analyse der Organisationsformen der Wissenschaft in Deutschland der europäische Vergleich, aber auch globale Analysen von Kooperationsnetzwerken. Dies ist allerdings aufgrund der herausfordernden Datenaufbereitung bisher lediglich auf der Makroebene geplant.

Wesentlich spannender ist hingegen die Analyse unterschiedlicher Fächergruppen – hier STEM+ – aufbauend auf einer Untersuchung von Kooperationen zwischen den Disziplinen oder auch die Identifizierung von beispielsweise universitären Clustern innerhalb einer Disziplin. Beziehungen zwischen Wissenschaft und Industrie sowie der Organisationsformen der Wissenschaft.

Als weiteren intressanten Aspekt habe ich zusammen mit Kolleginnen und Kollegen die geografische Lage der an der Produktion wissenschaftlicher Zeitschriften beteiligten Personen und Organisationen identifiziert. Hier könnten beispielsweise evolutionäre Netzwerke der Zentren wissenschaftlicher Produktivität (Städte, Länder) und mit einer unterschiedlich großen Reputation ausgestatteten Organisationen miteinander verglichen werden, oder aber auch Kooperationen zwischen Ländern pro Disziplin.

Die Internationalisierung von Hochschule und Wissenschaft: Erfahrungen und Teamdynamiken in internationalen und vergleichenden Forschungsprojekten

Wie bereits in Kapitel 10 dieser Arbeit besprochen wurde, wird das Konzept der wissenschaftlichen Kooperationen in der Literatur als gegeben betrachtet und nicht hinterfragt, obwohl es sich um ein komplexes Konstrukt handelt, das viele verschiedene Formen annehmen kann. Traditionell werden

Kooperationen, wie auch in dieser Arbeit, durch die Analyse von Ko-Autorenschaften untersucht. Aber die meisten nationalen und auch internationalen Forschungskooperationen beginenn viel früher und sind das Ergebnis informeller Beziehungen von Forschern, die sich häufig schon seit vielen Jahren kennen. Basiernd auf Katz und Martins (1997) einfacher Beschreibung von Forschungskooperationen sollen sie in meinen weiterführenden Arbeiten als intrinsisch, sozialer Prozess betrachtet werden (Jeong u.a. 2014). Wissenschaftler mit einem multikulturellen und multilingualen Hintergrund sowie aus unterschiedlichen disziplinären Kontexten sind nicht nur mit konzeptionellen Entscheidungen und methodologischen und praktischen Herausforderungen konfrontiert (Kosmützky 2017), sondern auch mit sozialen, kulturellen und sprachlichen Schwierigkeiten, die bisher wenig untersucht wurden (Kosmützky 2016). Somit gelten Beziehungen zwischen Kooperationspartnern immer noch als *Black Box* in der Forschung über Kooperationen (Kapitel 10). Meine zukünftige Arbeit zum Themenbereich soll sich auf die Untersuchung der kollaborativen Dimension in internationalen Forschungsprojekten sowie auf Teamdynamiken konzentrieren. Folgende forschungsleitende Fragen sind für mich von besonderem Interesse: Was sind internationale Forschungskooperationen? Welche Faktoren motivieren Forscher zu wissenschaftlicher Zusammenarbeit? Wer sind die Kooperationspartner? Was heißt es für Forscher sowie für ein Forschungsprojekt selbst in einem höchst internationalen und diversen Team zu arbeiten? Erarbeitet wurde bereits eine erste explorative Fallstudie. Die empirische Basis bildet ein großes und mehrjähriges Forschungsprojekt im Feld der empirischen Sozialforschung. Das zur Verfügung stehende Datenmaterial umfasst Besprechungsprotokolle der regelmäßigen Teamsitzungen und Videokonferenzen und die E-Mail Korrespondenz des Forschungsteams über mehr als fünf Jahre. Zusätzlich habe ich qualitatvie Interviews mit Teammitgliedern unterschiedlicher Statusgruppen (PhD Studenten, Postdocs, Professoren, Antragsteller und Projektmanager), kultureller Hintergründe (Asien, Europa, Nordamerika) und Erfahrungen in Teamarbeit geführt. Ziel dieser Arbeit ist die Evaluation der Bedingungen, Vorteile und Herausforderungen länderübergreifender und kooperierender Forschung, die Reflexion der subjektiven Aspekte von Kreativität und Verantwortung beziehungsweise Zuständigkeiten sowie die Arbeitsteilung in globalen Forschungsprojekten.

Abbildungen und Tabellen

Abbildungen

Abbildung 1: »The Days of this Society is Numbered« 12

Abbildung 2: Institutionalisiertes Zentrum und periphere Kreise der Hochschulforschung in Deutschland 45

Abbildung 3: Exponentielles Wachstum der Wissenschaft 63

Abbildung 4: Allgemeine Form der logistischen Kurve wissenschaftlichen Wachstums 67

Abbildung 5: Die unterschiedlichen Analyseebenen aus theoretischer Perspektive 96

Abbildung 6: Das Triple-Helix Modell 105

Abbildung 7: Fehlerraten auf Organisationsebene, Deutschland 1900–2010 130

Abbildung 8: Bibliografische Paare wissenschaftlicher Zusammenarbeit 158

Abbildung 9: Prozentualer Anteil der Ausgaben für FuE am BIP, 1990–2016 160

Abbildung 10: Exponentielles Wachstum wissenschaftlicher Publikationen in STEM+-Fächern weltweit (in Tausend), 1900–2010 ... 169

Abbildung 11: Historische Ereignisse als Einflussfaktoren wissenschaftlicher Produktivität ... 172

Abbildung 12: Publikationen (totals) per 1 Million Einwohner in STEM+-Fächern in Belgien, Deutschland, Frankreich, Großbritannien und Luxemburg, 1975–2010 ... 180

Abbildung 13: Publikationen (WC) per 100 Wissenschaftler (VZÄ) in Belgien, Deutschland, Frankreich, Großbritannien und Luxemburg, 1985–2010 ... 185

Abbildung 14: Außeruniversitäre Forschungsorganisationen in Deutschland (Stand: März 2017) ... 210

Abbildung 15: Die Forschungslandschaft in Deutschland ... 223

Abbildung 16: Exponentielles Wachstum wissenschaftlicher Publikationen in STEM+-Fächern in Deutschland (in Tausend), 1900–2010 ... 233

Abbildung 17: Exponentielles Wachstum wissenschaftlicher Publikationen in STEM+-Fächern in Deutschland: Universitäten versus Nicht-Universitäten (WC; in Prozent), 1975–2010 ... 243

Abbildung 18: Das organisationale Feld der Wissenschaft ... 245

Abbildung 19: Wissenschaftliche Produktivität der 5 wichtigsten Organisationsformen in Deutschland (WC; in Prozent), 1900–2010 ... 273

Abbildung 20: Muster von Mehrautorenpublikationen ... 306

Abbildungen im Online-Anhang

Abbildung A1: Publikationen (WC) per 1 Million Einwohner in STEM+-Fächern in Belgien, Deutschland, Frankreich, Großbritannien und Luxemburg, 1975–2010

Abbildung A2: Publikationen (totals) per 100 Wissenschaftler (VZÄ) in Belgien, Deutschland, Frankreich, Großbritannien und Luxemburg, 1985–2010

Abbildung A3: Gründungsjahre deutscher Universitäten

Abbildung A4: Geförderte Projekte der zweiten Runde der »Exzellenzinitiative« in Deutschland, 2012–2017

Abbildung A5: Exponentielles Wachstum wissenschaftlicher Publikationen in STEM+-Fächern in Ost- und Westdeutschland (in Tausend; WC), 1950–1990

Tabellen

Tabelle 1: Zählweise zur Berechnung der Anzahl wissenschaftlicher Zeitschriftenartikel 146

Tabelle 2: Überprüfung der Gewichtung der Daten mit TR Originaldaten, weltweit, 1900–1970 150

Tabelle 3: Anzahl der Wissenschaftler (VZÄ) in Belgien, Deutschland, Frankreich, Großbritannien und Luxemburg, 1985–2010 183

Tabelle 4: Matrix der Organisationsformen 248

Tabelle 5: Führende Wissenschaftsproduzenten in Deutschland, 2010... 289

Tabelle 6: Anzahl der Publikationen in Mehrautorenschaft für Frankreich, Deutschland, Großbritannien, USA, Japan, China, Belgien und Luxemburg, 1900–2010 312

Tabellen im Online-Anhang

Tabelle A1: Zeitschriften im Datensatz der Stichprobe (weltweit), 1900–1970

Tabelle A2: Auswahl der Zeitschriften, 1900–1970

Tabelle A3: Dokumententypen in TR WoS SCIE – Datei 2

Tabelle A4: Exponentielles Wachstum wissenschaftlicher Publikationen in STEM+-Fächern, weltweit, 1900–2010

Tabelle A5: Exponentielles Wachstum wissenschaftlicher Publikationen in STEM+-Fächern in Belgien, China, Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Japan, Katar, Korea, Luxemburg, USA und Taiwan, 1900–2010

Tabelle A6: Publikationen (totals; WC) per 1 Million Einwohner in STEM+Fächern für Belgien, Deutschland, Frankreich, Großbritannien und Luxemburg, 1975–2010

Tabelle A7: Publikationen (totals; WC) per 100 Wissenschaftler in STEM+-Fächern für Belgien, Deutschland, Frankreich, Großbritannien und Luxemburg, 1985–2010

Tabelle A8: Exponentielles Wachstum wissenschaftlicher Publikationen in STEM+-Fächern in Deutschland, 1900–2010

Tabelle A9: Exponentielles Wachstum wissenschaftlicher Publikationen in STEM+-Fächern in Deutschland: Universitäten versus Nicht-Universitäten (in Prozent), 1975–2010

Tabelle A10: Wissenschaftliche Produktivität der Organisationsformen in Deutschland (absolute Zahlen (WC); Prozente), 1900–2010

Abkürzungen

3LIU	=	Konsortium der Universität Luxemburg, des *LIST*, dem *LIH* und dem *LISER*
acatech	=	Deutsche Akademie für Technikwissenschaften
AG	=	Arbeitsgemeinschaft
BBAW	=	Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften
BDI	=	Bundesverband der Deutschen Industrie e. V.
BEL	=	Belgien
BIBB	=	Bundesinstitut für Berufsbildung
BIP	=	Bruttoinlandsprodukt
BMBF	=	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMVg	=	Bundesministerium der Verteidigung
BMWi	=	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BRD	=	Bundesrepublik Deutschland
CEA	=	Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (Kommissariat für Atomenergie und alternative Energien)
CERN	=	Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (Europäische Organisation für Kernforschung)
CHN	=	China
CNRS	=	Centre national de la recherche scientifique (Nationales Zentrum für wissenschaftliche Forschung)
CRP-Santé	=	Centre de Recherche Publique Santé (Staatliches Forschungsinstitut für Gesundheit)
DAAD	=	Deutscher Akademischer Austauschdienst

DDR	=	Deutsche Demokratische Republik
DESTATIS	=	Statistisches Bundesamt
DESY	=	Deutsches Elektronen-Synchrotron
DEU	=	Deutschland
DFG	=	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DFKI	=	Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz
DZHW	=	Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung
e. V.	=	eingetragener Verein
EC	=	European Commission (Europäische Kommission)
f.	=	folgende
ff.	=	fortfolgende
FhG	=	Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung
FRA	=	Frankreich
Fraunhofer-ISI	=	Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung
FuE	=	Forschung und Entwicklung
FZK	=	Forschungszentrum Karlsruhe
GBR	=	Großbritannien
GbR	=	Gesellschaft bürgerlichen Rechts
GEBF	=	Gesellschaft für Empirische Bildungsforschung e. V.
GfHf	=	Gesellschaft für Hochschulforschung
GmbH	=	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GmbH & Co. KG	=	Gesellschaft mit beschränkter Haftung & Compagnie Kommanditgesellschaft
GWK	=	Gemeinsame Wissenschaftskonferenz
GWTF	=	Gesellschaft für Wissenschafts- und Technikforschung e. V.
HGF	=	Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren

HoF	=	Institut für Hochschulforschung an der Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg
HRK	=	Hochschulrektorenkonferenz
HU Berlin	=	Humboldt Universität zu Berlin
I²SoS	=	Institute for Interdisciplinary Studies of Science an der Universität Bielefeld
IAB	=	Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung
IBBL	=	Integrated Biobank of Luxembourg
iFQ	=	Institut für Forschungsinformation und Qualitätssicherung
IHF	=	Bayerisches Staatsinstitut für Hochschulforschung und Hochschulplanung
IKT	=	Informations- und Kommunikationstechnologie
IMPRS	=	International Max Planck Research Schools
INCHER	=	International Centre for Higher Education Research Kassel
INSIST	=	Interdisciplinary Network for Studies Investigating Science and Technology
ISSN	=	International Standard Serial Number (Internationale Standardnummer für fortlaufende Sammelwerke)
JARA	=	Jülich Aachen Research Alliance
JPN	=	Japan
KIT	=	Karlsruhe Institute of Technology
KMK	=	Kultusministerkonferenz
KWG	=	Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft
LCSS	=	Leibniz Center for Science and Society (Leibniz Forschungszentrum für Wissenschaft und Gesellschaft)
LHC	=	Large Hadron Collider (Großer Hadronen-Speicherring)
LIH	=	Luxembourg Institute of Health
LISER	=	Luxembourg Institute of Socio-Economic Research
LIST	=	Luxembourg Institute of Science and Technology
LMU	=	Ludwig-Maximilians-Universität München

LUX	=	Luxemburg
MBA	=	Master of Business Administration
MHH	=	Medizinische Hochschule Hannover
MoMA	=	Museum of Modern Art (New York City)
MPA	=	Master of Public Administration
MPG	=	Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften
NI	=	Neo-Instituionalismus
NYC	=	New York City
OECD	=	Organisation for Economic Co-operation and Development (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung)
OST	=	Observatoire des Sciences et Techniques
PCT	=	Patent Cooperation Treaty
QNRF	=	Qatar National Research Foundation
REF	=	Reseach Excellence Framework
SCI	=	Science Citation Index
SCIE	=	Science Citation Index Expanded
SOEP	=	Sozio-oekonomisches Panel
SPHERE	=	Scientific Productivity, Higher Education, Research and Development and the Knowledge Society
SSCI	=	Social Science Citation Index
STEM+	=	Science, Technology, Engineering and Mathematics plus Medicine
STS	=	Science and Technology Studies
TR	=	Thomson Reuters
TU	=	Technische Universität
TU9	=	Zusammenschluss neun führender Technischer Universitäten in Deutschland (RWTH Aachen, TU Berlin, TU Braunschweig, TU Dresden, Leibniz Universität Hannover, KIT, TU München, Universität Stuttgart)

u.a.	=	et alii (lat.) »und andere«
UdSSR	=	Union der Sozialistischen Sowjetrepubliken
UG	=	Unternehmergesellschaft
UI	=	Zeitschriftenidentifikationsnummer
UNESCO	=	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Organisation der Vereinten Nationen für Bildung, Wissenschaft und Kultur)
USA	=	United States of America (Vereinigte Staaten von Amerika)
UT	=	Accession Number (Artikelidentifikationsnummer)
VDI	=	Verein Deutscher Ingenieure
VEB	=	Volkseigene Betriebe
VZÄ	=	Vollzeitäquivalent
WC	=	whole counting
WGL	=	Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz
WIPO	=	World Intellectual Property Organization
WoS	=	Web of Science
WR	=	Wissenschaftsrat
WZB	=	Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung

Literatur

Aad, Georges u.a. (ATLAS Collaboration, CMS Collaboration) (2015), »Combined Measurement of the Higgs Boson Mass in pp Collisions at √s=7 and 8 TeV with the Atlas and CMS Experiments«, *Physical Review Letters*, 114, 191803.

Academia.edu, 08.03.2018, https://www.academia.edu.

Acock, Alan C. (2014), *A Gentle Introduction to Stata (4th edition)*, College Station, Texas, Stata Press.

Adams, Jonathan D. (2009), Is the U.S. losing its preeminence in higher education? *Working Paper No. 15233*, Cambridge, NBER.

— (2013), »The fourth age of research«, *Nature*, 497(4751), S. 557–560.

Adams, Jonathan D./Black, Grant C./Clemmons, J. Roger/Stephan, Paula E. (2005), »Scientific teams and institutional collaborations: Evidence from US universities, 1981–1999«, *Research Policy*, 34(3), S. 259–285.

Akademieunion, 17.03.2017, www.akademieunion.de.

Albert, Mathieu (2003), »Universities and the Market Economy: The Differential Impact on Knowledge Production in Sociology and Economics«, *Higher Education*, 45(2), S. 147–182.

Aldrich, Howard E./Ruef, Martin (2006 [1999]), *Organizations Evolving (2nd edition)*, London u.a., Sage.

Allison, Paul D. (1980), »Inequality and Scientific Productivity«, *Social Studies of Science*, 10(2), S. 163–179.

Allmendinger, Jutta/Eickmeier, Andrea (2003), »Brain Drain. Ursachen für die Auswanderung akademischer Leistungseliten in die USA«, *Beiträge zur Hochschulforschung*, 25(2), S. 26–35.

Altbach, Philip G. (2016), »Giving Credit Where Credit is Due«, *International Higher Education*, 85, S. 7–8.

Altbach, Philip G./Bozeman, Leslie A./Janashia, Natia/Rumbley, Laura E. (Hg.) ([2000] 2006), *Higher Education. A Worldwide Inventory of Centers and Programs (Revised Edition)*, Rotterdam, Sense Publishers.

Altbach, Philip G./Salmi, Jamil (Hg.) (2011), *The Road to Academic Excellence: The Making of World-Class Research Universities*, Washington, The World Bank.

Amabile, Teresa M./Patterson, Chelley/Mueller, Jennifer/Wojcik, Tom/ Odomirok, Paul W./ Marsh, Mel/Kramer, Steven J. (2001), »Academic-Practitioner Collaboration in Management Research: A Case of Cross-Profession Collaboration«, *The Academy of Management Journal*, 44(2), S. 418–431.

Anweiler, Oskar/Fuchs, Hans-Jürgen/Dorner, Martina (Hg.) (1992), *Bildungspolitik in Deutschland 1945–1990. Ein historisch-vergleichender Quellenband*, Opladen, Leske + Budrich.

Archambault, Éric/Larivière, Vincent (2011), »Scientific publications and patenting by companies: a study of the whole population of Canadien firms over 25 years«, *Science and Public Policy*, 38(4), S. 269–278.

Ash, Mitchell G. (Hg.) (1999a), *Mythos Humboldt*, Wien, Böhlau.

— (1999b). »Scientific Changes in Germany 1933, 1945, 1990: Towards a Comparison«, *Minerva*, 37(4), S. 329–354.

Astley, W. Graham (1985), »The Two Ecologies: Population and Community Perspectives on Organizational Evolution«, *Administrative Science Quarterly*, 30(2), S. 224–241.

Bach, Tobias/Philipps, Axel/Barlösius, Eva/Döhler, Marian (2013), »Governance von Ressortforschungseinrichtungen«, in: Edgar Grande/Dorothea Jansen/Otfried Jarren/Arie Rip/Uwe Schimank/Peter Weingart (Hg.) *Neue Governance der Wissenschaft. Reorganisation – externe Anforderungen – Medialisierung*, Bielefeld, transcript, S. 139–162.

Baethge, Martin (2006), »Das deutsche Bildungs-Schisma: Welche Probleme ein vorindustrielles Bildungssystem in einer nachindustriellen Gesellschaft hat«, in: *SOFI-Mitteilungen No. 34*, Soziologisches Forschungsinstitut an der Universität Göttingen, S. 13–27.

Baker, David P. (2008), »Privatization, Mass Higher Education, and the Super Research University: Symbiotic or Zero-sum Trends?«, *die hochschule*, 17(2), S. 36–52.

— (2014), *The Schooled Society: The Educational Transformation of Global Culture*, Stanford, CA, Stanford University Press.

Baker, David P./Lenhardt, Gero (2008), »The Institutional Crisis of the German Research University«, *Higher Education Policy*, 21(1), S. 49–64.

Baker, David P./LeTendre, Gerald (2005), *National Differences, Global Similarities. World Culture and the Future of Schooling*, Stanford, CA, Stanford University Press.

Baker, David P./Crist, John T./Zhang, Liang/Powell, Justin J. W./Shima, Kazunori/Stock, Manfred (2015), Science Productivity, Higher

Education Development and the Knowledge Society (SPHERE Project). Final Report.

Baker, David P./Köhler, Helmut/Stock, Manfred (2007), »Socialist Ideology and the Contraction of Higher Education: Institutional Consequences of State Manpower and Education Planning in the Former East Germany«, *Comparative Education Review*, 51(3), S. 353–377.

Bakker, Cornelis J./Chang, K. Hans (1977), »Publication output in the sciences: a 20-century survey«, *Science and Public Policy*, 4(6), S. 563–565.

Ball, Rafael/Tunger, Dirk (2005), Bibliometrische Analysen – Daten, Fakten und Methoden. Grundwissen Bibliometrie für Wissenschaftler, Wissenschaftsmanager, Forschungseinrichtungen und Hochschulen. *Schriften des Forschungszentrums Jülich Band/Volume 12*, Jülich, Forschungszentrum Jülich.

Banks, Arthur S. (2001), *Cross-National-Time-Series Data Archive (dataset)*, Binghampton, NY, Computer Systems Unlimited.

Barlösius, Eva (2006), »Wissenschaft evaluiert – praktische Beobachtungen und theoretische Betrachtungen«, in: Uwe Flick (Hg.) *Qualitative Evaluationsforschung. Konzepte, Methoden, Umsetzungen*, Rheinbeck bei Hamburg, rororo, S. 385–404.

— (2007), »Urteilsgewissheit und wissenschaftliches Kapital«, in: Hildegard Matthies/Dagmar Simon (Hg.) *Wissenschaft unter Beobachtung. Effekte und Defekte von Evaluation*, Leviathan Zeitschrift für Sozialwissenschaften Sonderheft 24, Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 248–266.

— (2008a), Zwischen Wissenschaft und Staat? Die Verortung der Ressortforschung. *WZB-Discussion Paper 2008–101*, Berlin, WZB.

— (2008b), »›Leuchttürme der Wissenschaft‹. Ein metaphorischer Vorgriff auf eine neuorientierte Wissenschaftspolitik«, *Levaiathan Zeitschrift für Sozialwissenschaften*, 36(1), S. 149–169.

— (2010), »Ressortforschung«, in: Dagmar Simon/Andreas Knie/Stefan Hornbostel (Hg.) *Handbuch Wissenschaftspolitik (1. Aufl.)*, Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 377–389.

— (2012), »Wissenschaft als Feld«, in: Sabine Maasen/Mario Kaiser/Martin Reinhart/Barbara Sutter (Hg.) *Handbuch Wissenschaftssoziologie*, Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 125–135.

— (2016), »Ressortforschungseinrichtungen – Forschung im staatlichen Auftrag«, in Dagmar Simon/Andreas Knie/Stefan Hornbostel/Karin Zimmermann (Hg.) *Handbuch Wissenschaftspolitik (2. Vollst. Überarb. Aufl.)*, Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 573–590.

BBAW (Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften) (Hg.) (2015), *Empfehlungen zur Zukunft des wissenschaftlichen Publikationssystems*, Berlin, BBAW.

BBAW (Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften), 08.03.2018, http://www.bbaw.de

Beach, Derek/Brun Pedersen, Rasmus (2013), *Process-Tracing-Methods. Foundations and Guidelines*, Michigan, University of Michigan Press.

Beauchesne, Olivier H. (2011), *Map of scientific collaboration*, 12.02.2014, http://olihb.com/2014/08/11/map-of-scientific-collaboration-redux/.

Beigel, Fernanda (2014), »Introduction: Current tensions and trends in the World Scientific System«, *Current Sociology*, 62(5), S. 617–625.

Beine, Michel/Docquier, Frédéric/Rapoport Hillel (2001), »Brain drain and economic growth: theory and evidence«, *Journal of Development Economics*, 64(1), S. 275–289.

Bell, Daniel (1973), *The Coming of Post-Industrial Society: A Venture in Social Forecasting*, New York, Basic Books.

Belspo (2013), Annual Report on Science and Technology Indicators for Belgium, Brüssel, Belgian Science Policy Office.

Ben-David, Joseph (1970), »The Rise and Decline of France as a Scientific Centre«, *Minerva*, 8(2), S. 160–179.

— (1984), *The Scientist's Role in Society*, Chicago, University of Chicago Press.

— (2009 [1977]), *Centers of Learning. Britain, France, Germany, United States*, New Brunswick, NJ, Transaction Publishers.

— (Hg.) (1990), *Scientific Growth: Essays on the Social Organization and Ethos of Science*, Berkeley, CA, University of California Press.

Berger, Peter L./Luckmann, Thomas (2013 [1969]), *Die gesellschaftliche Konstruktion der Wirklichkeit*, Frankfurt am Main, Fischer Taschenbuch Verlag.

Bernhard, Nadine (2017), *Durch Europäisierung zu mehr Durchlässigkeit? Veränderungsdynamiken des Verhältnisses von Berufs- und Hochschulbildung in Deutschland und Frankreich*, Opladen u.a., Budrich UniPress.

Bestcolleges.com, 21.03.2017, http://www.bestcolleges.com/features/colleges-with-highest-research-and-development- expenditures/.

BIBB (Bundesinstitut für Berufsbildung), 23.02.2018, https://www.bibb.de

Björk, Bo-Christer/Roos, Annikki/Lauri, Mari (2008), »Global annual volume of peer reviewed scholarly articles and the share available via Open Access options«, in: *Proceedings ELPUB 2008 Conference on Electronic Publishing*, Toronto, Canada, June 2008, 1–10.

Blau, Peter M. (1955), *The Dynamics of Bureaucracy. A Study of Interpersonal Relations in Two Government Agencies*, Chicago, The University of Chicago Press.

Blau, Peter M./Scott, W. Richard (1962), *Formal Organizations. A Comparative Approach*, Stanford, CA, Stanford University Press.

BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2004), Forschungslandkarte Fachhochschulen. Potenzialstudie, Bonn, BMBF.

— (2013), Roadmap für Forschungsinfrastrukturen. Pilotprojekt des BMBF, Berlin, BMBF.

— (2015), Leitfaden zur Konzepterstellung für die nationale Roadmap für Forschungsinfrastrukturen des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, Berlin, BMBF.

— (2016a), Daten und Fakten zum deutschen Forschungs- und Innovationssystem. Bundesbericht Forschung und Innovation 2016. Ergänzungsband I, Berlin, BMBF.

— (2016b), Daten und Fakten zum deutschen Forschungs- und Innovationssystem. Bundesbericht Forschung und Innovation 2016. Hauptband, Berlin, BMBF.

— (2016c), Daten und Fakten zum deutschen Forschungs- und Innovationssystem. Bundesbericht Forschung und Innovation 2016. Ergänzungsband 2, Berlin, BMBF.

— (2016d), Der Nationale Roadmap-Prozess für Forschungsinfrastrukturen. Investitionen für die Forschung von morgen, Berlin, BMBF.

— Wissenschafts- und Hochschulforschung, Arbeitskreis Wissenschafts- und Hochschulforschung, 09.03.2018, https://akwiho.wordpress.com.

— Wissenschafts- und Hochschulforschung, Studiengänge, 09.03.2018, http://www.wihoforschung.de/de/studiengaenge-im-inland-623.php.

BMC (Bologna Ministerial Conference) (2009), *The Bologna Process 2020 Communiqué*, Leuven, Louvain la Neuve, 28.–29.04.2009.

Bode, Christian (2015), *Kommentierte Grafiken zum deutschen Hochschul- und Forschungssystem*, Bonn, DAAD.

Boli, John/Ramirez, Francisco O./Meyer, John W. (1985), »Explaining the Origins and Expansion of Mass Education«, *Comparative Education Review*, 29(2), S. 145–170.

Boli, John/Thomas, George M. (Hg.) (1999), *Constructing World Culture. International Nongovernmental Organizations Since 1875*, Stanford, CA, Stanford University Press.

Booth, Wayne C./Colomb, Gregory G./Williams, Joseph M. (1995), *The Craft of Research*, Chicago, London, The University of Chicago Press.

Bornmann, Lutz/Daniel, Hans-Dieter (2003), »Begutachtung durch Fachkollegen in der Wissenschaft. Stand der Forschung zur Reliabilität, Fairness und Validität des Peer-Review-Verfahrens«, in: Stefanie Schwarz/Ulrich Teichler (Hg.) *Universität auf dem Prüfstand. Konzepte*

und Befunde der Hochschulforschung, Frankfurt am Main, New York, Campus, S. 209–210.

Bornmann, Lutz/Mutz, Rüdiger (2015), »Growth rates of modern science: A bibliometric analysis«, *Journal of the Association for Information Science and Technology,* 66(11), S. 2215–2222.

Bornmann, Lutz/Bowman, Benjamin F./Bauer, Johann/Marx, Werner/Schier, Hermann/Palzenberger, Margit (2012), »Standards für die Anwendung der Bibliometrie bei der Evaluation von Forschungsinstituten im Bereich der Naturwissenschaften«, *Zeitschrift für Evaluation*, 11(2), S. 233–260.

Bornmann, Lutz/Mutz, Rüdiger/Neuhaus, Christoph/Daniel, Hans-Dieter (2008), »Use of Citation Counts for Research Evaluation: Standards of Good Practice for Analyzing Bibliometric Data and Presenting and Interpreting Results«, *Ethics in Science and Environmental Politics*, 8(1), S. 93–102.

Bornmann, Lutz/Wagner, Caroline/Leydesdorff, Loet (2015), »BRICS countries and scientific excellence: A bibliometric analysis of most frequently-cited papers«, *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 66(7), S. 1507–1513.

Bortz, Jürgen/Schuster, Christof (2010), *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler (7. Vollst. Überarb. Aufl.)*, Berlin u.a., Springer-Verlag.

Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin, Forschung, 09.03.2018, https://www.bgbm.org/de/forschung.

Bourdieu, Pierre (1973), »Cultural reproduction and social reproduction«, in: Richard Brown (Hg.) *Knowledge, Education, and Cultural Change: Papers in the Sociology of Education*, London, Tavistock, S. 71–112.

— (1988), *Homo Academicus*, Frankfurt am Main, Suhrkamp.

— (1998), *Vom Gebrauch der Wissenschaft. Für eine klinische Soziologie des wissenschaftlichen Feldes*, Konstanz, UVK.

Bourdieu, Pierre/Passeron, Jean-Claude (1971), *Die Illusion der Chancengleichheit: Untersuchungen zur Soziologie des Bildungswesens am Beispiel Frankreichs*. Stuttgart, Klett.

Bradford, Samuel C. (1934), »Sources of information on specific subjects Engineering«, *An Illustrated Weekly Journal*, 137(3550), S. 85–86.

Brint, Steven S. (2000), »Higher Education«, in: Edgar F. Borgatta/Rhonda J. V. Montgomery (Hg.) *Encyclopedia of Sociology (2nd edition)*, New York, Macmillan, S. 1178–1186.

Brooks, Harvey (1990), »Lessons of History: Successive challenges to science policy«, in: Susan E. Cozzens/Peter Healey/Arie Rip/John Ziman (Hg.) *The Research System in Transition*, Dordrecht: Kluwer, S. 11-22.

Buchholz, Kai (2008), *Professionalisierung der wissenschaftlichen Politikberatung? Interaktions- und professionssoziologische Perspektiven*, Bielefeld, transkript.

Büchtemann, Christoph F. (2001), *Deutsche Naturwissenschaftler in den USA. Perspektiven der Hochschul- und Wissenschaftspolitik*, Bonn, BMBF.

Bundesagentur für Arbeit, Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB), 23.02.2018, http://www.iab.de.

Bundesverband Deutscher Stiftungen (2014), Umfrage unter Stiftungsaufsichtsbehörden. Stichtag: 31. Dezember 2014, 18.08.2015, http://www.stiftungen.org/uploads/tx_templavoila/Stiftungen_in_Zahlen_2014.jpg.

Businessmagazin für Unternehmer, förderland, 26.02.2018, http://www.foerderland.de/gruendung/rechtsformen/.

Burke, Peter (2000), *A Social History of Knowledge. From Gutenberg to Diderot*, Cambridge, Malden, Polity Press.

Caminiti, Caterina/Iezzi, Elisa/Ghetti, Caterina/De' Angelis, Gianluigi/Ferrari, Carlo (2015), »A method for measuring individual research productivity in hospitals: development and feasibility«, *BMC Health Services Research*, 15(468), S. 1–8.

Cao, Xiaonan (1996), »Debating ›Brain Drain‹ in the Context of Globalization«, *Compare: A Journal of Comparative and International Education*, 26(3), S. 269–285.

Carpenter, Mark P. (1983), Patent Citations as Indicators of Scientific and Technological Linkages. *Paper presented at the American Association for the Advancement of Science (AAAS) Annual Meeting*, Detroit, Michigan.

Carpenter, Mark P./Narin, Francis (1981), »The Adequacy of the Science Citation Index (SCI) as an Indicator of International Scientific Activity«, *Journal of the American Society for Information Science*, 32(6), S. 430–439.

Castelvecchi, Davide (2015), »Physics paper sets record with more than 5,000 authors. Detector teams at the Large Hadron Collider collaborated for a more precise estimate of the size of the Higgs boson«, *Nature News*, 15 May 2015, 25.11.2016, http://www.nature.com/news/ physics-paper-sets-record-with-more-than-5-000-authors-1.17567.

Chait, Richard (2002), »The ›Academic Revolution‹ Revisited«, in: Steven S. Brint (Hg.) *The Future of the City of Intellect: The Changing American University*, Stanford, CA, Stanford University Press, S. 293–321.

Charité Universitätsmedizin Berlin, Profil, 09.03.2018, https://www.charite.de/die_charite/profil/.

Chernilo, Daniel (2006), »Methodological Nationalism and its Critique«, in: Gerard Delanty/Krishan Kumar (Hg.) *The SAGE Handbook of Nations and Nationalism*, London, Sage, S. 129–141.

Chessa, Alessandro/Morescalchi, Andrea/Pammolli, Fabio/Penner, Orion/Petersen, Alexander M./Riccaboni, Massimo (2013), »Is Europe Evolving Toward an Integrated Research Area?«, *Science*, 339 (6120), S. 650–651.

Clark, Burton R. (1983), *The Higher Education System. Academic Organization in Cross-National Perspective*, Berkeley, University Press.

— (1995), *Places of Inquiry. Research and Advanced Education in Modern Universities*, Berkeley u.a., University of California Press.

Clark, William (2006), *Academic Charisma and the Origins of the Research University*, Chicago, University of Chicago Press.

Clarivate Analytics, 09.03.2018, clarivate.com.

Cole, Francis J./Eales, Nellie B. (1917), »The History of Comparative Anatomy«, *Science Progress*, 11(44), S. 78–596.

Cole, Jonathan R./Cole, Stephen (1972), »The Ortega Hypothesis«, *Science,* CLXXVIII, S. 368–375.

Cole, Stephen (1992), *Making Science: Between Nature and Society*, Cambridge, MA, Harvard University Press.

Cole, Stephen/Cole, Jonathan R. (1967), »Scientific Output and Recognition. A Study in the Operation of the Reward System in Science«, *American Sociological Review*, 32(3), S. 377–390.

— (1973), *Social Stratification in Science*, Chicago, University of Chicago Press.

Cole, Stephen/Meyer, Gary S. (1985), »Little Science, Big Science Revisited«, *Scientometrics*, 7(3), S. 443–458.

Cole, Stephen/Phelan, Thomas J. (1999), »The Scientific Productivity of Nations«, *Minerva*, 37(1), S. 1–23.

Collmer, Sabine (2010), »Militärsoziologie«, in: Georg Kneer/Markus Schroer (Hg.) *Handbuch Spezielle Soziologien*, Wiesbaden, Springer VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 310–324.

Collier, Ruth B./Collier, David (1991), *Shaping the political arena: Critical junctures, the labor movements, and regime dynamics in Latin America*, Princeton, NJ, Princeton University Press.

Collins, Randal (1979), *The Credential Society: An Historical Sociology of Education and Stratification*, New York, Academic.

Conchi, Sonia/Michels, Carolin (2014), Scientific mobility. An analysis of Germany, Austria, France and Great Britain. *Fraunhofer ISI Discussion Papers Innovation Systems and Policy Analysis. No. 41*, Karlsruhe, Fraunhofer.

Creswell, John W. (2009), *Research Design. Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*, California, Sage Publications.

Crompton, Helen (2007), »Mode 2 Knowledge Production: Evidence from Orphan Drug Networks«, *Science and Public Policy*, 34(3), S. 199–211.

DAAD (Deutscher Akademischer Austauschdienst), Research in Germany, 28.02.2018, https://www.research-in-germany.org/en.html.

Dachverband der Deutschen Hochschulmedizin e.V., Landkarte Hochschulmedizin, 1.03.2017, http://www.landkarte-hochschulmedizin.e/#auswertung.

Daniel, Hans-Dieter (1993), *Guardians of Science. Fairness and Reliability of Peer Review*, Weinheim, u.a., VCH.

Dassen, Adrie/Luijten-Lub Anneke (2007), *Higher education in Flanders. Country Report*, Enschede, CHEPS Universiteit Twente.

Daston, Lorraine (1999), »Die Akademien und die Einheit der Wissenschaften. Die Disziplinierung der Disziplinen«, in: Jürgen Kocka (Hg.). *Die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften zu Berlin im Kaiserreich*, Berlin, Akademie, S. 61–84.

de Solla Price, Derek J. (1961), *Science Since Babylon*, New Heaven, Yale University Press.

— (1963), *Little Science, Big Science...and Beyond*, New York, Columbia University Press.

— (1974 [1963]), *Little Science, Big Science. Von der Studierstube zur Großforschung*, Frankfurt am Main, Suhrkamp. (deutsche Übersetzung)

DESTATIS (Statistisches Bundesamt) (2017), Bildung und Kultur. Monetäre hochschulstatistische Kennzahlen, Fachserie 11 Reihe 4.3.2, Wiesbaden, Statistisches Bundesamt.

— (2018a), Interne Ausgaben für Forschung und Entwicklung nach Sektoren in Millionen Euro, 03.04.2018, https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/BildungForschungKultur/ForschungEntwicklung/Tabellen/ForschungEntwicklungSektoren.html.

— (2018b), Interne Ausgaben für Forschung und Entwicklung der öffentlichen und öffentlich geförderten Einrichtungen für Wissenschaft, Forschung und Entwicklung in Millionen Euro, 03.04.2018, https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/BildungForschungKultur/ForschungEntwicklung/Tabellen/OeffentlichGefoerderteEinrichtungen.html.

— (2018c), Finanzen und Steuern. Ausgaben, Einnahmen und Personal der öffentlichen und öffentlich geförderten Einrichtungen für Wissenschaft, Forschung und Entwicklung. Fachserie 14, Reihe 3.6, Wiesbaden, Statistisches Bundesamt.

Deutscher Museumsbund/ICOM-Deutschland. (Hg.) (2006), *Standards für Museen*, Kassel, Berlin, Deutscher Museumsbund, ICOM-Deutschland.

Deutsches Rotes Kreuz, Blutspendedienst NSTOP, http://www.blutspende-nstob.de/Default.aspx.

DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft) (2013), Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis. Bonn, Wiley-VCH. Ergänzte Auflage, Erste Ausgabe 1998.

— (2015), Förderatlas 2015. Kennzahlen zur öffentlich finanzierten Forschung in Deutschland, Weinheim, Wiley-VCH Verlag, Bonn, DFG.

— (2018), Im Profil, 09.03.2018, http://www.dfg.de/dfg_profil/index.html.

DGS (Deutsche Gesellschaft für Soziologie), Sektion Wissenschafts- und Technikforschung, 23.02.2018, http://www.soziologie.de/de/sektionen/sektionen/wissenschafts-und-technikforschung/home.html.

Diekmann, Andreas (2008), *Empirische Sozialforschung. Grundlagen, Methoden, Anwendungen (19. völl. überarb. u. erw. Neuausgabe)*, Hamburg, Rowohlt Taschenbuch Verlag.

DiMaggio, Paul J. (1982), »Cultural capital and school success: the impact of status culture participation on the grades of U.S. high school students«, *American Sociological Review*, 47(2), S. 189–201.

DiMaggio, Paul J./Mohr, John (1987), »Cultural capital, educational attainment, and marital selection«, *American Journal of Sociology*, 90(6), S. 1231–1261.

DiMaggio, Paul J./Powell, Walter W. (1991a), »Introduction«, in: Walter W. Powell, W./Paul J. DiMaggio (Hg.) *The New Institutionalism in Organizational Analysis*, Chicago, London, The University of Chicago Press, S. 1–38.

— (1991b [1983]), »The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields«, in: Walter W. Powell, W./Paul J. DiMaggio (Hg.) *The New Institutionalism in Organizational Analysis*, Chicago, London, The University of Chicago Press, S. 63–82.

Dobbin, Frank R. (1994), »Cultural Models of Organization: The Social Con-struction of Rational Organizing Principles«, in: Diane Crane

(Hg.) *The Sociology of Culture*, Oxford, Cambridge, Blackwell, S. 117–141.

Dobbs, Richard/Remes, Jaana/Manyika, James/Roxburgh, Charles/Smit, Sven/Schaer, Fabian (2012), Urban world: Cities and the rise of the consuming class. McKinsey Global Institute, 08.11.2016, http://www.mckinsey.com/insights/urbanization/urban_world_cities_and_the_rise_of_th e_consuming_class.

Dobrov, Gennadij M. (1966), *Nauka o Nauke*. Kiew: Naukova Dumka. (Russische Ausgabe).

Drori, Gili S. (2000), »Science education and economic development: Trends, relationships, and research agenda«, *Studies in Science and Education*, 35 (1), S. 27–57.

Drori, Gili S./Meyer, John W./Hwang, Hokyu (Hg.) (2006), *Globalization and Organization: World Society and Organizational Change*, Oxford, Oxford University Press.

Drori, Gili S./Meyer, John W./Ramirez, Francisco O./Schofer, Evan (2003), *Science in the Modern World Polity. Institutionalization and Globalization*, Stanford, CA, Stanford University Press.

Dusdal, Jennifer/Powell, Justin J. W. (2018, i.E.), Luxemburgs wissenschaftliche Produktivität im Vergleich zu Deutschland, Frankreich und Belgien, Beitrag für den Luxemburgischen Bildungsbericht 2018.

DZHW (Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung), 09.03.2018, http://www.dzhw.eu.

Ebbinghaus, Bernhard (2005a), Can Path Dependence Explain Institutional Change? Two Approaches Applied to Walfare State Reform, *MPIfG Discussion Paper 05/2*, Köln, MPIfG.

— (2005b), »When Less is More. Selection Problems in Large-N and Small-N Cross-National Comparisons«, *International Sociology*, 20(2), S. 133–152.

EC (European Commission) (2010), A Vision for Strengthening World-class Research Infrastructures in the ERA, Report of the Expert Group on Research Infrastructures, Luxembourg, European Commission.

Edler, Jakob/Boekholt, Patries (2001), »Benchmarking national public policies to exploit international science and industrial research: A synopsis of current developments«, *Science and Public Policy*, 28(4), S. 313–321.

Egghe, Leo/Rousseau, Ronald (1990), *Introduction to informetrics: Quantitative methods in library documentation and information science*, Amsterdam, Elsevier.

Egghe, Leo/Rousseau, Ronald/Van Hooydonk, Guido (2000), »Methods for accrediting publications to authors or countries: Consequences for evaluation studies«, *Journal of the American Society of Information Science*, 51(2), S. 145–157.

Einstein, Albert (1905a), »Zur Elektrodynamik bewegter Körper«, *Annalen der Physik*, 17, S. 891–921.

— (1905b), »Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energiegehalt abhängig?«, *Annalen der Physik*, 18, S. 639–641.

Elsevier (2013), *International Comparative Performance of the UK Research Base. A Report prepared by Elsevier for the UK's Department of Business, Innovation and Skills*, Amsterdam, Elsevier.

— (2016), Content Scopus Database, 03.11.2016, https://www.elsevier.com/solutions/scopus/content.

Enders, Jürgen (2001), »A chair system in transition: Appointments, promotions, and gate-keeping in German higher education«, *Higher Education*, 41(1), S. 3–25.

— (2010), »Hochschulen und Fachhochschulen«, in: Dagmar Simon/Andreas Knie/Stefan Hornbostel (Hg.) *Handbuch Wissenschaftspolitik*, Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 443–456.

— (2016), »Differenzierung im deutschen Hochschulsystem«, in: Dagmar Simon/Andreas Knie/Stefan Hornbostel/Karin Zimmermann (Hg.) *Handbuch Wissenschaftspolitik (2. Vollst. Überarb. Aufl.)*, Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 503–516.

Enders, Jürgen/Bornmann, Lutz (2001), *Karriere mit Doktortitel? Ausbildung, Berufsverlauf und Berufserfolg von Promovierten*, Frankfurt, New York, Campus.

Ertl, Hubert/Zierer, Klaus/Phillips, David/Tippelt, Rudolf (2015), »Increasing convergence or divergence? An international comparison of publication patterns in journals of education«, *Oxford Review of Education*, 41(1), S. 64–88.

Ette, Andreas/Sauer, Leonore (2010), *Auswanderung aus Deutschland. Daten und Analysen zur internationalen Migration deutscher Staatsbürger*, Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Etzkowitz, Henry/Leydesdorff, Loet (1995), »The triple helix-university-industry-government relations: a laboratory for knowledge-based economic development«, *EASST Review*, 14(1), S. 14–19.

— (1998), »The Endless Transition: A ›Triple Helix‹ of University- Industry-Government Relations«, *Minerva*, 36(3), S. 203–208.

— (2000), »The dynamics of innovation: from National Systems and ›Mode 2‹ to a Triple Helix of university-industry-government relations«, *Research Policy*, 29(2), S. 109–123.

Etzkowitz, Henry/Zhou, Chunyan (2006), »Triple Helix twins: innovation and sustainability«, *Science and Public Policy*, 33(1), S. 77–83.

EU (European Union) (2016), EU member countries, 02.12.2016, https://europa.eu/european-union/about- eu/countries/member -countries_en.

Europäischer Rat (2000), Schlussfolgerungen des Vorsitzes. 23./24. März 2000 in Lissabon, 20.12.206, http://www.europarl.europa.eu /summits/lis1_de.htm.

Europäisches Patentamt, 09.03.2018, https://epo.org.

Exzellenz Initiative, 17.03.2017, www.excellence-initiative.com.

Felt, Ulrike/Nowotny, Helga/Taschwer, Klaus (1995), *Wissenschaftsforschung. Eine Einführung*, Frankfurt am Main, New York, CampusVerlag.

Fischer, Ernst P. (2009), *Die Charité. Ein Krankenhaus in Berlin 1710 bis heute*, München, Siedler.

Foldes, György (2014), Did you know that about Luxembourg? Guillaume Kroll, Luxembourg's titanium hero, *Luxemburger Wort*, 15.12.2014.

Frank, Andreas/Meyer-Guckel, Volker/Schneider, Christoph (2007), *Innovationsfaktor Kooperation – Bericht des Stifterverbandes zur Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und Hochschulen*, Berlin, Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft.

Frank, David J./Meyer, John W. (2007), »University expansion and the knowledge society«, *Theory and Society*, 36(4), S. 287–311.

Franzoni, Chiara/Scellato, Giuseppe/Stephan, Paula (2012), »Foreign-born scientists: mobility patterns for 16 countries. A cross-country survey of research scientists in 16 countries finds considerable variation in immigration and emigration patterns«, *Nature Biotechnology*, 30(12), S. 1250–1253.

Fraunhofer-Gesellschaft, 09.03.2018, https://www.fraunhofer.de.

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, 23.02.2018, http://www.isi.fraunhofer.de/isi-de.

Frey, Bruno S. (2007), »Evaluitis – eine neue Krankheit«, in: Hildegard Matthies/Dagmar Simon (Hg.) *Wissenschaft unter Beobachtung. Effekte und Defekte von Evaluation*. Leviathan Zeitschrift für Sozialwissenschaften Sonderheft 24, Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 125–140.

Füssel, Marian (2006), *Gelehrtenkultur als symbolische Praxis. Rang, Ritual und Konflikt an der Universität der Frühen Neuzeit*, Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

Gantman, Ernesto R. (2012), »Economic, linguistic, and political factors in the scientific productivity of countries«, *Scientometrics*, 93(3), S. 967–985.

Garfield, Eugen (1955), »Citation Indexes for Science«, *Science*, 122(3159), S. 108–111.

— (1964), »Science Citation Index – A New Dimension in Indexing«, *Science*, 144(3619), S. 649–654.

— (1972), »Citation analysis as a tool in journal evaluation«, *Science*, 178 (4060), S. 472–479.

— (1979), *Citation indexing: Its theory and application in science. Technology and humanities*, New York, Wiley.

— (1989), »Citation Behavior – An Aid or a Hindrance to Information Retrieval«, *Current Contents*, 18, S. 3–8.

— (1990), »How ISI Selects Journals for Coverage: Quantitative and Qualitative Considerations«, *Current Contents*, 13(22), S. 185–193.

Gauffriau, Marianne/Larsen, Peder O./Maye, Isabelle/Roulin-Perriard, Anne/von Ins, Markus (2007), »Publication, cooperation and productivity measures in scientific research«, *Scientometrics*, 73(2), S. 175–214.

— (2008), »Comparison of results of publication counting using different methods«, *Scientometrics*, 77, S. 147–176.

GEBF (Gesellschaft für Empirische Bildungsforschung), 23.02.2018, https://www.gebf-ev.de.

Geiger, Roger L. (1986), *To Advance Knowledge: The Growth of American Research Universities, 1900–1940*, New York, Oxford University Press.

— (1993), *Research and Relevant Knowledge: American Research University since World War II*, New York, Oxford University Press.

Gellert, Claudius (1993), »Academic Drift and Blurring of Boundaries in Systems of Higher Education«, *Higher Education in Europe*, 18(2), S. 78–84.

Gerring, John (2001), *Social Science Methodology: A Critical Framework*, Cambridge u.a., Cambridge University Press.

— (2007), *Case Study Research. Principles and Practices*, Cambridge u.a., Cambridge University Press.

GfHf (Gesellschaft für Hochschulforschung), 23.02.2018, http://www.gfhf.net.

Gibbons, Michael/Limoges, Camille/Nowotny, Helga/Schwartzmann, Simon/Scott, Peter/Trow, Martin (1994), *The new production of knowledge. The dynamics of science and research in contemporary societies*, London, Thousand Oaks, Sage Publications.

Glänzel, Wolfgang (kein Jahr), Bibliometrics. A Conscise Introduction to Bibliometrics & its history, 08.01.2015, https://www.ecoom.be/en/research/bibliometrics.

— (2003), Bibliometrics as a research field. A course on theory and application of bibliometric indicators, *Course Handout*, 15.01.2015, http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.97.5311&rep=rep1&type=pdf.

Glänzel, Wolfgang/Schöpflin, Urs (1994), »Little Scientometrics, big scientometrics – and beyond?«, *Scientometrics*, 30(2-3), S. 375–384.

Glänzel, Wolfgang/Schubert, András (2004), »Analyzing scientific networks through co-authorship«, in: Henk F. Moed/Wolfgang Glänzel/ Ulrich Schmoch (Hg.) *Handbook of Quantitative Studies of Science and Technology Research*, Dordrecht u.a., Kluwer, S. 257–276.

Gläser, Jochen/Meske, Werner (1996), *Anwendungsorientierung von Grundlagenforschung? Erfahrungen der Akademie der Wissenschaften der DDR*, Frankfurt am Main, Campus.

Gläser, Jochen/Lange, Stefan (2007), »Wissenschaft«, in: Arthur Benz/ Susanne Lütz/Uwe Schimank/Georg Simonis (Hg.) *Handbuch Governance. Theoretische Grundlagen und empirische Anwendungsfelder*, Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 437–451.

Gläser, Jochen/Groß, Gabriele/Höppner, Marion/Meske, Werner (1997), »Zur Integration neugegründeter Blaue-Liste-Institute in die deutsche Wissenschaftslandschaft: ausgewählte Befunde einer empirischen Untersuchung«, in: Karl-Siegbert Rehberg/Deutsche Gesellschaft für Soziologie (Hg.) *Differenz und Integration: die Zukunft moderner Gesellschaften; Verhandlungen des 28. Kongresses der Deutschen Gesellschaft für Soziologie im Oktober 1996 in Dresden,* Band 2: Sektionen, Ar-

beitsgruppen, Foren, Fedor-Stepun-Tagung, Opladen, Westdeutscher Verlag, S. 832–836.

Godin, Benoît (1996), »Research and the practice of publication in industries«, *Research Policy*, 25(4), S. 587–606.

— (1998), »Writing Performative History: The New Atlantis?«, *Social Studies of Science*, 28(3), S. 465–483.

Godin, Benoît/Gingras, Yves (2000), »The place of universities in the system of knowledge production«, *Research Policy*, 29(2), S. 273–278.

Goldschmidt, Dietrich (1991), »Idealtypische Charakterisierung sieben westlicher Hochschulsysteme«, *Zeitschrift für Sozialisationsforschung und Erziehungssoziologie*, 11(1), S. 3–17.

Google Scholar, 09.03.2018, scholar.google.de.

Gouldner, Alvin W. (1954), *Patterns of Industrial Bureaucracy*, Glencoe, IL, Free Press.

Graf, Lukas (2009), »Applying the Varieties of Capitalism Approach to Higher Education«, *European Journal of Education*, 44(4), S. 569–585.

— (2013), *The Hybridization of Vocational Training and Higher Education in Austria, Germany, and Switzerland*, Opladen u.a., Budrich UniPress.

Grande, Edgar/Häusler, Jürgen (1994), *Industrieforschung und Forschungspolitik. Staatliche Steuerungspotentiale in der Informationstechnik*, Frankfurt am Main, New York, Campus.

Gross, Paul L. K./Gross, E. M. (1927), »College Libraries and Chemical Education«, *Science*, 66(1713), S. 385–389.

Grubel, Herbert G. (1994), »The Economics of Brain Drain«, in: Torsten Husén/T. Neville Postlethwaite, (Hg.) *The International Encyclopedia of Education (Volume 1)*, Oxford, Pergamon, S. 554–561.

Gulbrandsen, Magnus/Kyvik, Svein (2010), »Are the concepts basic research, applied research and experimental development still useful? An empirical investigation among Norwegian academics«, *Science and Public Policy*, 37(5), S. 343–353.

Gunkel, Sonja/Freidank, Gabriele/Teichler, Ulrich (2003), »Directory der Hochschulforschung: Personen und Institutionen in Deutschland«, *Beiträge zur Hochschulpolitik*, 40(4), S. 9–23.

GWK (Gemeinsame Wissenschaftskonferenz) (2007), Verwaltungsabkommen zwischen Bund und Ländern über die Errichtung einer Gemeinsamen Wissenschaftskonferenz (GWK- Abkommen). Bekanntmachung vom 19. September 2007, BAnz S. 7787, Bonn,

29.12.2016, http://www.gwk-bonn.de/fileadmin/Papers/gwk-abkommen.pdf.

— Pakt für Forschung und Innovation, 23.02.2018, http://www.pakt-fuer-forschung.de/index.php?id=269.

Hadjar, Andreas/Becker, Rolf (2006), »Die Bildungsexpansion – erwartete und unerwartete Folgen«, in: Andreas Hadjar/Rolf Becker (Hg.) *Die Bildungsexpansion – erwartete und unerwartete Folgen*, Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 11–24.

Hage, Jerald/Mote, Jonathon (2008), »Transformational Organizations and institutional change: the case of the Institut Pasteur and French science«, *Socio-Economic Review*, 6(2), S. 313–336.

Halevi, Gali/Moed, Henk F./Bar-Ilan, Judit (2016), »Does Research Mobility Have an Effect on Productivity and Impact?«, *International Higher Education*, 86(Summer 2016), S. 5–6.

Harmen, Grant (1977), »Academic Staff and Academic Drift in Australian Colleges of Advanced Education«, *Higher Education*, 6(3), S. 313–335.

Harmsen, Robert (2013), »The Challenges of the Contemporary University«, in: Michel Margue (Hg.) *Université du Luxembourg, 2003–2013*. Luxembourg, Luxembourg, S. 14–21.

Hartmann, Ilse/Neidhardt, Friedhelm (1990), »Peer review at the Deutsche Forschungsgemeinschaft«, *Scientometrics*, 19(5-6), S. 419–425.

Hartwig, Lydia (2013), »Hochschulen als Forschungsgebiet. Hochschulforschung als gegenstandsbezogener Forschungsbereich«, in Bayerisches Staatsinstitut für Hochschulforschung und Hochschulplanung (Hg.) *40 Jahre Bayerisches Staatsinstitut für Hochschulforschung und Hochschulplanung*, München, S. 55–58.

Hasse, Raimund/Krücken, Georg (2005), *Neo-Institutionalismus (2. vollst. Überarb. Aufl.)*, Bielefeld, transcript Verlag.

Havemann, Frank (2009), *Einführung in die Bibliometrie*, Berlin, Gesellschaft für Wissenschaftsforschung.

Helmholtz-Gemeinschaft, 09.03.2018, www.helmholtz.de

Hicks, Diana M./Katz, J. Sylvan (1996a), »Science policy for a highly collaborative science system«, *Science and Public Policy*, 23(1), S. 39–44.

— (1996b), »Where is Science Going?«, *Science Technology and Human Values*, 21(4), S. 379–406.

Hill, Derek/Rapoport Alan I./Lehming, Rolf F./Bell, Robert K. (2007), Changing U.S. output of scientific articles: 1988-2003. National

Science Foundation, Division of Science Resources Statistics, NSF 07–320.

Himmelrath, Armin (2016), Milliarden für deutsche Elite-Unis. Harvard geht anders, *Spiegel Online*, 29.01.2016, 28.12.2016, http://www.spiegel.de/lebenundlernen/uni/exzellenzinitiative-harvard-geht-anders-a-1074755.html.

Hinze, Sybille (2016), »Forschungsförderung und ihre Finanzierung«, in: Dagmar Simon/Andreas Knie/Stefan Hornbostel/Karin Zimmermann (Hg.) *Handbuch Wissenschaftspolitik (2. Vollst. Überarb. Aufl.)*, Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 413–428.

Hohn, Hans-Willy (2016), »Governance-Strukturen und institutioneller Wandel des außeruniversitären Forschungssystems Deutschlands«, in: Dagmar Simon/Andreas Knie/Stefan Hornbostel/Karin Zimmermann (Hg.) *Handbuch Wissenschaftspolitik (2. Vollst. Überarb. Aufl.)*, Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 549–572.

Hohn, Hans-Willy/Schimank, Uwe (1990), *Konflikte und Gleichgewichte im Forschungssystem. Akteurskonstellationen und Entwicklungspfade in der staatlich finanzierten außeruniversitären Forschung*, Frankfurt am Main, Campus.

Holl, Wolfgang (1996), »Akademien der Wissenschaften«, in: Christian Flämig/Otto Kimminich/Hartmut Krüger/Ernst-Joachim Meusel/Hans-Heinrich Rupp/Dieter Scheven/Hermann J. Schuster/Graf Friedrich Stenbock-Fermor (Hg.) *Handbuch des Wissenschaftsrechts (Band 2)*, Berlin, Springer, S. 1339–1363.

Hood, William W./Wilson, Concepción S. (2001), »The literature of bibliometrics, scientometrics, and informetrics«, *Scientometrics*, 52(2), S. 291–314.

Horizon 2020, Finanzen, 27.02.2018, http://www.horizont2020.de/projekt-finanzen.htm.

Hornbostel, Stefan (1997), *Wissenschaftsindikatoren. Bewertungen in der Wissenschaft*, Opladen, Westdeutscher Verlag.

— (2000), »Einen Galilei evaluiert man nicht.... Gegenworte«, *Zeitschrift für den Disput über das Wissen*, 5, S. 18–21.

— (2007), »Neue Evaluationsregime? Von der Inquisition zur Evaluation«, in: Hildegard Matthies/Dagmar Simon (Hg.) *Wissenschaft unter Beobachtung. Effekte und Defekte von Evaluation*, Leviathan Zeitschrift für Sozialwissenschaften Sonderheft 24, Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 59–82.

— (2009), »Promotion im Umbruch – Bologna ante Portas«, in: Martin Held/ Gisela Kubon-Gilke/Richard Sturn (Hg.) *Jahrbuch normative und institutionelle Grundfragen der Ökonomie (Band 8)*, Bildungsökonomie Wissenschaft, Marburg, Metropolis Verlag, S. 213–240.

— (2016), »(Forschungs-)Evaluation«, in: Dagmar Simon/Andreas Knie/ Stefan Hornbostel/Karin Zimmermann (Hg.) *Handbuch Wissenschaftspolitik (2. Vollst. Überarb. Aufl.)*, Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 243–260.

— (Hg.) (1999), *Sozialistische Eliten. Horizontale und vertikale Differenzierungsmuster in der DDR*, Opladen, Leske + Budrich.

Hornbostel, Stefan/Simon, Dagmar (Hg.) (2006), Wie viel (In-)Transparenz ist not-wendig? Peer Review Revisited. *iFQ-Working Paper, No. 1*, Bonn, iFQ.

HRK (Hochschulrektorenkonferenz) (2013), Hochschulliste, Hochschulkompass der Hochschulrektorenkonferenz, 14.03.2014, https://www.hochschulkompass.de.

HU Berlin, Abteilung Hochschulforschung am Institut für Erziehungswissenschaften, 23.02.2018, https://www.erziehungswissenschaften.hu-berlin.de/de/hsf.

— Professur für Wissenschaftsforschung am Institut für Sozialwissenschaften, 23.02.2018, https://www.sowi.hu-berlin.de/de/lehrbereiche/wissenschaftsforschung/go.

Hulme, E. Wyndham (1923), *Statistical bibliography in relation to the growth of modern civilization*, London, Butler & Tanner, Grafton & Co..

Humboldt, Wilhelm v. (1809), Antrag auf Errichtung der Universität, 13.02.2014, Berlin, Königsberg. http://edoc.huberlin.de/miscellanies/g-texte-30372/43/PDF/43.pdf.

— (1809/10), Über die innere und äussere Organisation der höheren wissenschaftlichen Anstalten in Berlin, 13.02.2014, http://edoc.huberlin.de/miscellanies/g-texte- 30372/229/PDF/229.pdf.

Hurley, John (1997), *Organisation and Scientific Discovery*, New York, Wiley.

Hüther, Otto/Krücken, Georg (2016), *Hochschulen. Fragestellungen, Ergebnisse und Perspektiven der sozialwissenschaftlichen Hochschulforschung*, Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften.

iFQ (Institut für Forschungsinformation und Qualitätssicherung), 23.02.2018, http://www.forschungsinfo.de.

IHF (Bayerisches Staatsinstitut für Hochschulforschung und Hochschulplanung), 23.02.2018, http://www.ihf.bayern.de.

INSIST (Interdisciplinary Network for Studies Investigating Science and Technology), 23.02.2018, https://insist-network.com.

International Standard Serial Number, International Center, 09.03.2018, www.issn.org.

Isabelle, Diane A./Heslop, Louise A. (2011), »Managing for success in international scientific collaborations: views from Canadian government senior science managers«, *Science and Public Policy*, 38(5), S. 349–364.

Jansen, Dorothea (2009), »Neue Governance im deutschen Forschungssystem«, in: Dorothea Jansen (Hg.) *Neue Governance für die Forschung*, Baden-Baden, Nomos, S. 37–59.

Janson, Kerstin/Schomburg, Harald/Teichler, Ulrich (2006), *Wissenschaftliche Wege zur Professur oder ins Abseits? Strukturinformationen zu Arbeitsmarkt und Beschäftigung an Hochschulen in Deutschland und den USA*, Kassel, INCHER.

JARA (Jülich Aachen Research Alliance), 09.03.2018, http://www.jara.org/?L=0&about=1.

Jeong, Seongkyoon/Choi, Jae Y. (2015), »Collaborative research for academic knowledge creation: How team characteristics, motivation, and processes influence research impact«, *Science and Public Policy*, 42(4), S. 460–473.

Jeong, Seongkyoon/Choi, Jae Y./Kim, Jang-Yun (2014), »On the drivers of international collaboration: The impact of informal communication, motivation, and research resources«, *Science and Public Policy*, 41 (4), S. 520–531.

Jepperson, Ronald L. (1991), »Institutions, Institutional Effects, and Institutionalism«, in: Walter W. Powell/Paul J. DiMaggio (Hg.) *The New Institutionalism in Organizational Analysis*. Chicago, London, The University of Chicago Press, S. 143–163.

Jewett, Tom/Kling, Rob (1991), »The dynamics of computerization in a social science research team: A case study of infrastructure, strategies, and skills«, *Social Science Computer Review*, 9(2), S. 246–275.

Joly, Pierre B./Mangematin, Vincent (1996), »Profile of public laboratories, industrial partnerships and organisation of R&D: The dynamics of industrial relationships in a large research organization«, *Research Policy*, 25(6), S. 901–922.

Jonkers, Koen/Tijssen, Robert J. W. (2008), »Chinese researchers returning home: Impacts of international mobility on research collaboration and scientific productivity«, *Scientometrics*, 77(2), S. 309–333.

Jovanovic, Milos (2012), »Eine kleine Frühgeschichte der Bibliometrie. Information«, *Wissenschaft & Praxis*, 63(2), S. 71–80.

Jüttemeier, Michael (2016), *Organisationswandel und Wissenschaftskultur. Eine organisations- und wissenschaftssoziologische Analyse der KIT-Fusion*, Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Kaiser, Mario/Maasen, Sabine (2010), »Wissenschaftssoziologie«, in: Georg Kneer/Markus Schroer (Hg.) *Handbuch Spezielle Soziologien*, Wiesbaden, Springer VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 685–705.

Kant, Immanuel (1984 [1798]), *Der Streit der Fakultäten*, Leipzig, Reclam.

Karlsruher Institut für Technologie, Leitbild, 09.03.2018, https://www.kit.edu/kit/leitbild.php.

Katz, J. Sylvan/Martin, Ben R. (1997), »What is research collaboration?«, *Research Policy*, 26(1), S. 1–18.

Kehlmann, Daniel (2008), *Die Vermessung der Welt*, Berlin, Rowohlt Taschenbuch Verlag.

Kehm, Barbara M. (2010), »Hochschuldidaktik als Teil der Hochschulforschung«, *journal hochschuldidaktik*, 21(1), S. 8–11.

— (Hg.) (2008), *Hochschule im Wandel. Die Universität als Forschungsgegenstand. Festschrift für Ulrich Teichler*, Frankfurt am Main, Campus.

Kehm, Barbara M./Pasternack, Peer (2010), »The German ›Excellence Initiative‹ and Its Role in Restructuring the National Higher Education Landscape«, in David Palfreyman/Ted Tapper (Hg.) *Structuring Mass Higher Education. The Role of Elite Institutions*, New York, Abingdon, Routledge, S. 113–128.

Kelle, Udo (2007), *Die Integration qualitativer und quantitativer Methoden in der empirischen Sozialforschung. Theoretische Grundlagen und methodologische Konzepte*, Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Kim, Hyerim/Choi, Junghee (2017), »The Growth of Higehr Education and Science Production in South Korea Since 1945«, in: Justin J. W. Powell/David P. Baker/Frank Fernandez (Hg.) *The Century of Science: The Global Triumph of the Research University,* International Perspectives on Education and Society Series, 33. Bingley, UK, Emerald Publishing, S. 205–226.

King, Christopher (2012), Multiauthor Papers: Onward and Upward, Science Watch Newsletter, July 2012. Thomson Reuters, 25.11.2016, http://archive.sciencewatch.com/newsletter/2012/201207/multi author_papers/http://ejhe-online.com/2016/02/26/why-is-inter

national-comparative-research-so-difficult-and-how-can-this-be-approached/.

King, David A. (2004), »The scientific impact of nations. What different countries get for their research spending«, *Nature*, 430, S. 311–316.

Klinikum Augsburg, 28.02.2018, http://www2.klinikum-augsburg.de/1125/Akademisches_Lehrkrankenhaus.htm.

KMK (Kultusministerkonferenz) (1999), Strukturvorgaben für die Einführung von Bachelor- /Bakkalaureus- und Master/ Magisterstudiengängen. Beschluss vom 05.03.1999, Bonn, KMK.

— (2003), 10 Thesen zur Bachelor- und Masterstruktur in Deutschland. Beschluss vom 12.06.2003, Bonn, KMK.

Knie, Andreas/Simon, Dagmar (2010), »Stabilität und Wandel des deutschen Wissenschaftssystems«, in: Dagmar Simon/Andreas Knie/Stefan Hornbostel (Hg.) *Handbuch Wissenschaftspolitik (1. Aufl.)*, Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 26–38.

Knorr-Cetina, Karin D. (1981), *The Manufacture of Knowledge. An Essay on the Constructivist and Contextual Nature of Knowledge*, Oxford u.a., Pergamon Press.

— (2002 [1999]), *Epistemic Cultures. How the Sciences Make Knowledge*, Cambridge, Harvard University Press.

Kocka, Jürgen (Hg.) (2002), *Die Berliner Akademien der Wissenschaften im geteilten Deutschland 1945–1990*, Berlin, Akademie Verlag.

Kocka, Jürgen/Mayntz, Renate (Hg.) (1998), *Wissenschaft und Wiedervereinigung. Disziplinen im Umbruch. Interdisziplinäre Arbeitsgruppe Wissenschaften und Wiedervereinigung*, Berlin, Akademie Verlag.

Kosmützky, Anna (2015), »In Defense of International Comparative Studies. On the Analytical and Explanatory Power of the Nation-State in International Comparative Higher Education Research«, *European Journal of Higher Education*, 5(4), S. 354–370.

— (2016), »Why is international comparative research so difficult and how can this be approached«, *EJHE Online*, 04.08.2017, http://ejhe-online.com/2016/02/26/why-is-international-comparative-research-so-difficult-and-how-can-this-be-approached/.

— (2017), »A Two-sided Medal. On the Complexity of International Comparative and Collaborative Team Research«, *Higher Education Quarterly*, S. 1-18.

Köhler, Helmut/Naumann, Jens (1994), »Das Hochschulwesen«, in: Arbeitsgruppe Bildungsbericht am MPI für Bildungsforschung

(Hg.) *Das Bildungswesen in der Bundesrepublik Deutschland*, Reinbek, Rowohlt, S. 634–683.

Kreckel, Reinhard (2008), »Frankreich«, in: Reinhard Kreckel (Hg.) *Zwischen Promotion und Professur*, Leipzig, Akademische Verlagsanstalt, S. 88–123.

Kromrey, Helmut (1987), »Zur Verallgemeinerbarkeit empirischer Befunde bei nichtrepräsentativen Stichproben«, *Rundfunk und Fernsehen*, 35(4), S. 478–499.

Kronick, David A. (1962), *A History of Scientific and Technical Periodicals. The Origins and Development of the Scientific and Technological Press 1665–1790*, New York, The Scarecrow Press.

Kropp, Kristoffer/Blok, Anders (2011), »Mode-2 Social Science Knowledge Production? The Case of Danish Sociology between Institutional Crisis and New Welfare Stabilizations«, *Science and Public Policy*, 38(3), S. 213–224.

Krücken, Georg (2003), »Learning the ›New, New Thing‹: On the role of path dependency in University structures«, *Higher Education*, 46(3), S. 315–339.

— (2004), »Hochschulen im Wettbewerb – eine organisationstheoretische Perspektive«, in: Wolfgang Böttcher/Ewald Terhardt (Hg) *Organisationstheorie: Ihr Potential für die Analyse und Entwicklung pädagogischer Felder*. Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 286–301.

Krücken, Georg/Drori, Gili S. (2009), *World Society. The Writings of John W. Meyer*, Oxford, Oxford University Press.

Kuhn, Thomas S. (1962), »Historical Structure of Scientific Discovery«, *Science*, 136 (3518), S. 760–764.

— (2014 [1962]), *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, Il, University of Chicago Press.

Lamont, Michèle (2009), *How Professors Think. Inside the Curious World of Academic Judgment*, Cambridge, London, Harvard University Press.

Lane, Robert E. (1966), »The Decline of Politics and Ideology in a Knowledgeable Society«, *American Sociological Review*, 31(5), S. 649–662.

Larsen, Peder O./von Ins, Markus (2010), »The rate of growth in scientific publication and the decline in coverage provided by Science Citation Index«, *Scientometrics*, 84(3), S. 575–603.

Latour, Bruno/Woolgar, Steve (1979), *Laboratory Life. The Construction of Scientific Facts*, Princeton, NJ, Princeton University Press.

Laudel, Grit (2003), »Studying the brain drain: Can bibliometric methods help?«, *Scientometrics*, 57(2), S. 215–237.

Laukkanen, Mauri (2003), »Exploring academic entrepreneurship: drivers and tensions of university-based business«, *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 10(4), S. 372–382.

Leibfried, Stephan (Hg.) (2010), *Die Exzellenzinitiative. Zwischenbilanz und Perspektiven*, Frankfurt am Main, New York, Campus.

Leibniz Gemeinschaft, 09.03.2018, https://www.leibniz-gemeinschaft.de/start/.

Leibniz Gemeinschaft, Wissenstransfer und Technologietransfer, 09.03.2018, http://www.leibniz-transfer.de.

Leibniz Universität Hannover, Leibniz Institute for Science and Society (LCSS), 23.02.2018, https://www.lcss.uni-hannover.de.

— Masterstudiengang »Wissenschaft und Gesellschaft«, 23.02.2018, https://www.wisges.uni-hannover.de.

Lengwiler, Martin (2010), »Kontinuitäten und Umbrüche in der deutschen Wissenschaftspolitik des 20. Jahrhunderts«, in: Dagmar Simon/Andreas Knie/Stefan Hornbostel (Hg.) *Handbuch Wissenschaftspolitik*, Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 13–25.

Lenhardt, Gero (2005), *Hochschulen in Deutschland und den USA*, Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Lenhardt, Gero/Stock, Manfred (2000), »Hochschulentwicklung und Bürgerrechte in der BRD und der DDR«, *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 52(3), S. 520–540.

Lentsch, Justus (2010), »Akademien der Wissenschaften: Wissensmakler für Politik und Gesellschaft«, in: Dagmar Simon/Andreas Knie/Stefan Hornbostel (Hg.) *Handbuch Wissenschaftspolitik (1. Aufl.),* Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 406–426.

— (2012), »Organisationen der Wissenschaft«, in: Sabine Maasen/Mario Kaiser/Martin Reinhart/Barbara Sutter (Hg.) *Handbuch Wissen–schaftssoziologie*, Wiesbaden, Springer VS Verlag für Sozialwissen–schaften, S. 137–149.

Lenz, Max (1910), *Geschichte der Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin. 4 Bände*, Halle, Saale, Verlag der Buchhandlung des Waisenhauses.

Leopoldina Nationale Akademie der Wissenschaften, 09.03.2018, https://www.leopoldina.org/de/leopoldina-home/.

Leydesdorff, Loet/Meyer, Martin (2006), »Triple Helix indicators of knowledge-based innovation systems. Introduction to the special issue«, *Research Policy*, 35(10), S. 1441–1449.

Liu, Nian C./Wang, Qi/Cheng, Ying (Hg.) (2010), *Paths to a World-Class University. Lessons from Practices and Experiences*, Rotterdam, Sense Publishers.

Livingstone, Sonia (2003), »On the Challenges of Cross-National Compara– tive Media Research«, *European Journal of Communication*, 18(4), S. 477–500.

Lotka, Alfred J. (1926), »The frequency distribution of scientific productivity«, *Journal of the Washington Academy of Sciences*, 16(12), S. 317–323.

Lundgreen, Peter (2009), *Das Personal an den Hochschulen in der Bundesrepublik Deutschland 1953-2005,* Datenhandbuch zur deutschen Bildungsgeschichte, Band X. Göttingen.

— (2003), »›Bildungspolitik‹ und ›Eigendynamik‹ in den Wachstumsschüben des deutschen Bildungssystems seit dem 19. Jahrhundert«, *Zeitschrift für Pädagogik*, 49(1), S. 34–46.

— (2007), »Promotion und Profession«, in: Rainer C. Schwinges (Hg.) *Examen, Titel, Promotion. Akademisches und staatliches Qualifikationswesen vom 13. bis zum 21. Jahrhundert*, Basel, Schwabe Verlag, S. 353–368.

Lundgreen, Peter/Horn, Bernd/Krohn, Wolfgang (1986), *Staatliche Forschung in Deutschland 1870–1980*, Frankfurt am Main, Campus.

Luukkonen, Terttu/Persson, Olle/Sievertsen, Gunnar (1992), »Understanding Patterns of International Scientific Collaboration«, *Science, Technology, & Human Values*, 17(1), S. 101–126.

Luwel, Marc (1999), »Is the science citation index US-biased?«, *Scientometrics*, 46 (3), S. 549–562.

Lynch, Michael (1985), *Art and Artifact in Laboratory Science: A Study of Shop Work and Shop Talk*, London, Routledge & Kegan Paul.

Maasen, Sabine/Weingart, Peter (2006), »Unternehmerische Universität und neue Wissenschaftskultur«, *die hochschule*, (15)1, S. 19–45.

Maasen, Sabine/Kaiser, Mario/Reinhart, Martin/Sutter, Barbara (Hg.) (2012), *Handbuch Wissenschaftssoziologie*, Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Mahoney, James (2000), »Path dependence in historical sociology«, *Theory and Society*, 29(4), S. 507–548.

Maier, Konrad (Hg.) (1999), *Forschung an Fachhochschulen für soziale Arbeit. Bestandsaufnahme und Perspektiven*, Band 12, Freiburg, FEL Verlag.

Marques, Marcelo/Powell, Justin J. W./Zapp, Mike/Biesta, Gert J. (2017), »How does research evaluation impact educational research? Exploring intended and unintended consequences of research assessment in the United Kingdom, 1986-2014«, *European Educational Research Journal*, 16(6), S. 820-842.

Matthies, Hildegard/Simon, Dagmar/Knie, Andreas (2007), »›Gefühlte‹ Exzellenz: Implizite Kriterien der Bewertung von Wissenschaft als Dilemma der Wissenschaftspolitik«, in: Hildegard Matthies/Dagmar Simon (Hg.) *Wissenschaft unter Beobachtung. Effekte und Defekte von Evaluation*, Leviathan Zeitschrift für Sozialwissenschaften Sonderheft 24, Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 331–346.

Maul, Stefan M. (2006), *Das Gilgamesch-Epos*, München, C. H. Beck.

May, Robert M. (1997), »The Scientific Wealth of Nations«, *Science*, 275(5301), S. 793–796.

Mayntz, Renate (1994), *Deutsche Forschung im Einigungsprozeß. Die Transformation der Akademie der Wissenschaften der DDR 1989 bis 1992*, Frankfurt am Main, Campus.

Max-Planck-Innovation, Zentraler Technologietransfer für die Max-Planck-Institute, 09.03.2018, http://www.max-planck-innovation.de/de/profil/uebersicht/.

Max-Planck-Institut für Chemie, Geschichte des Instituts, 09.03.2018, http://www.mpic.de/geschichte.html.

Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, 23.02.2018, https://www.mpib-berlin. mpg.de/de/forschung/beendete-bereiche.

Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, 23.02.2018, https://www.mpiwg-berlin.mpg.de/de/.

McClellan, Jason E. (2003), *Specialist Control: the Publications Committee of the Académie Royal des Sciences (Paris) 1700–1793*. Transactions of the American Philosophical Society, v. 93, Philadelphia, American Philosophical Society.

Meho, Lokman I./Spurgin, Kristina M. (2005), »Ranking the Research Productivity of Library and Information Science Faculty Schools: An Evaluation of Data Sources and Research Methods«, *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 56(12), S. 1314–1331.

Melin, Göran (2000), »Pragmatism and self-organization: Research collaboration on the individual level«, *Research Policy*, 29(1), S. 31–40.

Mendeley, 09.03.2018, https://www.mendeley.com.

Meo, Sultan A./Al Masri, Abeer A./Usmani, Adnan M./Memon, Almas N./ Zaidi, Syed Z. (2013), »Impact of GDP, spending on R&D, number of universities and scientific journals on research publications among Asian countries«, *PLOS One*, 8(10), S. e66449.

Meo, Sultan A./Usmani, Adnan M./Vohra, M. Saeed/Bukhari, Ishfaq A. (2013), »Impact of GDP, spending on R&D, number of universities and scientific journals on research publications in pharmacological sciences in Middle East«, *European Review of Medical and Pharmacological Sciences*, 17(20), S. 2697–2705.

Merton, Robert K. (1938a), »Science and the Social Order«, *Philosophy of Science*, 5(3), S. 321–337.

— (1938b), »Science, Technology and Society in Seventeenth Century England«, *Osiris*, 4, S. 360–632.

— (1942), »Science and Technology in a Democratic Order«, *Journal of Legal and Political Sociology*, 1, S. 115–126.

— (1957), »Priorities in Scientific Discovery. A Chapter in the Sociology of Science«, *American Sociological Review*, 22(6), S. 635–659.

— (1968 [1949]), *Social Theory and Social Structure*, New York, Free Press.

— (1968), »The Matthew Effect in Science. The reward and communication systems of science are considered«, *Science*, 159(3810), S. 56–63.

— (1973a), *The Sociology of Science. Theoretical and Empirical Investigations*, Chicago, London, University of Chicago Press.

— (1973b [1942]), »The Normative Structure of Science«, in: Robert K. Merton (Hg.) *The Sociology of Science. Theoretical and Empirical Investigations*, Chicago, London, University of Chicago Press, S. 267–278. Originally published as »Science and Technology in a Democratic Order«.

— (1983 [1965]), *Auf den Schultern von Riesen. Ein Leitfaden durch das Labyrinth der Gelehrsamkeit*, Frankfurt am Main, Suhrkamp.

— (1985), *Entwicklungen und Wandel von Forschungsinteressen. Aufsätze zur Wissenschaftssoziologie*, Frankfurt am Main, Suhrkamp.

— (1988), »The Matthew Effect in Science, II. Cumulative Advantage and the Symbolism of Intellectual Property«, *Isis*, Vol. 79(4), S. 606–623.

Meske, Werner (1993a), »The restructuring of the East German research system – a provisional appraisal«, *Science and Public Policy*, 20(5), S. 298–312.

— (1993b), Die Umgestaltung des ostdeutschen Forschungssystems: Eine Zwischenbilanz, *WZB Discussion Paper, No. P 93–401*, Berlin, WZB.

— (1994), Science in East and West: Transformation and integration of the East German science system, *WZB Discussion Paper, No. P 94–404*, Berlin, WZB.

METRIS (2012), Social Sciences and Humanities in Belgium. Country Reports. Luxembourg, European Commission, DG-Research.

Meyer, Hansgünter (1993), Neugestaltung der Hochschulen in Ostdeutschland: Szenarien – Friktionen – Optionen – Statistik, *WZB Discussion Paper, No. P. 93–402*, Berlin, WZB.

Meyer, John W. (1977), »The Effects of Education as an institution«, *American Journal of Sociology*, 83(1), S. 55–77.

— (1987), »The World Polity and the Authority of the Nation-State«, in: George M. Thomas/John W. Meyer/Francisco O. Ramirez/ Thomas Boli, (Hg.) *Institutional Structure. Constituting State, Society, and the Individual*, Newbury Park, CA, Sage, S. 41–70.

— (2005), *Weltkultur. Wie die westlichen Prinzipien die Welt durchdringen*, Frankfurt am Main, Suhrkamp.

— (2009), *World Society: The Writings of John W. Meyer (edited by Georg Krücken and Gili S. Drori)*, Oxford, Oxford University Press.

Meyer, John W./Rowan, Brian (1991 [1977]), »Institutionalized Organizations: Formal Structures as Myth and Ceremony«, in: Walter W. Powell/Paul J. DiMaggio (Hg.) *The New Institutionalism in Organizational Analysis*, Chicago, London, The University of Chicago Press, S. 41–62.

Meyer, John W./Schofer, Evan (2006), »The University in Europe and the World: Twentieth Century Expansion«, in: Georg Krücken/Anna Kosmützky/Marc Torka (Hg.) *Towards a Multiversity? Universities between Global Trends and National Traditions*, Bielefeld, transcript Verlag, S. 45–62.

Meyer, John W./Scott, W. Richard (1983), *Organizational Environments. Rituals and Rationality*, Beverly Hills, London, Sage.

Meyer, John W./Ramirez, Francisco O./Soysal, Yasemin N. (1992), »World Expansion of Mass Education, 1870-1980«, *Sociology of Education*, 65 (2), S. 128–149.

Meyer, John W./Ramirez, Francisco O./Frank, David J./Schofer, Evan (2008), »Higher Education as an Institution«, in: Patricia J. Gumport (Hg.) *Sociology of Higher Education: Contributions and their Contexts*, Baltimore, John Hopkins University Press, S. 187–221.

Meyer, John W./Ramirez, Francisco O./Rubin, Richard/Boli-Bennett, John (1977), »The World Educational Revolution, 1950-1970«, *Sociology of Education*, 50(4), S. 242–258.

Meyer, Morgan (2008), »The Dynamics of Science in a Small Country: The Case of Luxembourg«, *Science and Public Policy,* 35(5), S. 361–371.

Michels, Carolin/Schmoch, Ulrich (2012), »The growth of science and database coverage«, *Scientometrics*, 93(3), S. 831–846.

Mittelstraß, Jürgen (2010), »Der Königsweg zur Promotion«, in: Margret Wintermantel (Hg.) *Promovieren heute. Zur Entwicklung der deutschen Doktorandenausbildung im europäischen Hochschulraum*, Hamburg, edition Körber-Stiftung, S. 35–41.

Moed, Henk F. (2005), *Citation Analysis in Research Evaluation*, Dordecht, Springer.

Moed, Henk F./van Leeuwen, Thed N./Reedijk, Jan (1996), »A critical analysis of the journal impact factors of Angewandte Chemie and the Journal of the American Chemical Society - Inaccuracies in published impact factors based on overall citations only«, *Scientometrics*, 37(1), S. 105–116.

Moes, Johannes (2010), »Die strukturierte Promotion in Deutschland. Erfolgskriterien und Stolpersteine«, in: Margret Wintermantel (Hg.) *Promovieren heute. Zur Entwicklung der deutschen Doktorandenausbildung im europäischen Hochschulraum*, Hamburg, edition Körber-Stiftung, S. 42–52.

Mohrman, Kathryn/Ma, Wanhua/Baker, David P. (2007), »The Emerging Global Model of the Research University«, in: Philip Altbach/Pattie McGill Peterson (Hg.) *Higher Education in the New Century: Global Challenges and Innovative Ideas*, Rotterdam, the Netherlands: Sense Publishers, and co- published by UNESCO Paris France, S. 145–177.

— (2008), »The Research University in Transition: The Emerging Global Model«, *Higher Education Policy*, 21(1), S. 5–27.

Mosbah-Natanson Sébastien/Gingras, Yves (2014), »The globalization of social sciences? Evidence from a quantitative analysis of 30 years of production, collaboration and citations in the social sciences (1980–2009)«, *Current Sociology*, 62(5), S. 626–646.

MPG (Max-Planck-Gesellschaft) (2000), Verfahrensordnung bei Verdacht auf wissenschaftliches Fehlverhalten. Senat der MPG 14. November 1997, geändert 24. November 2010, 10.08.2016, https://www.mpg.de/229489/Verfahrensordnung.pdf.

— 09.03.2018, https://www.mpg.de/de.

— Nobelpreisträger, 28.02.2018, https://www.mpg.de/preise/nobelpreis.

— International Max Planck Research Schools (IMPRS), 08.03.2018, http://www.mpg.de/de/imprs.

Muller, Steven (2004), »German Influences on the Development of American Higher Education«, in: Jackson Janes (Hg.) *A Spirit of Reason: Festschrift for Steven Muller*, Washington, D.C., AICGS.

Münch, Richard (2007), *Die akademische Elite*, Frankfurt am Main, Suhrkamp.

Museumsbund, 24.03.2017, http://www.museumsbund.de/de/das_museum/geschichte_definition/definition_museum/.

Musselin, Christine/Vilkas, Catherine (1994), »Interference between Scientists and Research Policy in a French Research Institution: The Case of the CNRS«, in: Uwe Schimank/Andreas Stucke (Hg.) *Coping with Trouble*, Frankfurt am Main, Campus, S. 127–162.

Nacke, Otto (1979), »Informetrie: Ein neuer Name für eine neue Disziplin«, *Nachrichten für Dokumentation*, 30(6), S. 212–226.

Nalimov, Vasily/Mulchenko, Z. M. (1969), Naukometriya. Nauka. (Zitiert nach: Juvanovic 2012).

Neidhardt, Friedhelm (1988), *Selbststeuerung in der Forschungsförderung. Das Gutachterwesen in der DFG*, Opladen, Westdeutscher Verlag.

— (2006), »Fehlerquellen und Fehlerkontrollen in den Begutachtungssystemen der Wissenschaft«, in: Stefan Hornbostel/Dagmar Simon (Hg.) Wie viel (in-)Transparenz ist notwendig? Peer Review Revisited, *iFQ Working Paper No. 1*, Bonn, S. 7–14.

— (2016), »Selbststeuerung der Wissenschaft durch Peer-Review-Verfahren«, in: Dagmar Simon/Andreas Knie/Stefan Hornbostel/Karin Zimmermann (Hg.) *Handbuch Wissenschaftspolitik (2. Vollst. Überarb. Aufl.)*, Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 261–277.

Neundorf, Anja/Zado, Julian/Zeller, Joela (Hg.) (2009), *Hochschulen im Wettbewerb. Innenansichten über die Herausforderungen des deutschen Hochschulsystems*, Bonn, Verlag J. H. W. Dietz.

Nobelprize.org, 09.03.2018, www.nobelprize.org.

North, Douglas C. (1990), *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*, Cambridge, Cambridge University Press.

Nowotny, Helga/Scott, Peter/Gibbons, Michael (2001), *Re-Thinking Science: Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty*, Cambridge, Polity Press.

— (2003), »Introduction: ›Mode 2‹ Revisited: The New Production of Knowledge«, *Minerva*, 41(3), Special Issue: Reflections on the New Production of Knowledge, S. 179–194.

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2001), International Mobility of the Highly Skilled, Paris, OECD Publishing.

— (2011), Education at a glance 2011: OECD Indicators, Paris, OECD Publishing.

— (2014 and prior years), Education at a Glance 2014: OECD Indicators, Paris, OECD Publishing.

— (2016), Main Science and Technology Indicators, Volume 2016/1, Paris, OECD Publishing.

OECD.Stat (2018a), Main Science and Technology Indicators, 30.03.2018, https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI_PUB.

— (2018b), Main Science and Technology Indicators. Indicator: Population (hist5) all ages, 03.04.2018, http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=POP_FIVE_HIST#.

— (2018c), Main Science and Technology Indicators. Indicator: Total researchers (FTE), 03.04.2018, https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI_PUB.

Oehler, Christoph (1988), »Hochschulforschung in der Sektion Bildung und Erziehung«, in: Christoph Oehler/Wolff-Dietrich Webler (Hg.) *Forschungspotentiale sozialwissenschaftlicher Hochschulforschung. Bundesrepublik Deutschland – Österreich – Schweiz*. Weinheim, Deutscher Studienverlag, S. 9–20.

Oleksiyenko, Anatoly (2014), »On the Shoulders of Giants? Global Science, Resources, Asymmetries, and Repositioning of Research Universities in China and Russia«, *Comparative Education Review*, 58(3), S. 482–508.

Otlet, Paul (1934), *Traité de Documentation*, Brüssel.

Paletschek, Sylvia (2002), »Die Erfindung der Humboldtschen Universität – Die Konstruktion der deutschen Universitätsidee in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts«, *Historische Anthropologie*, 10(2), S. 183–205.

Parsons, Talcott (1956), »Suggestions for a Sociological Approach to the Theory of Organizations«, *Administrative Science Quarterly*, 1(1), S. 63–85.

Pasternack, Peer/von Wissel, Carsten (2010), Programmatische Konzepte der Hochschulentwicklung in Deutschland seit 1945, *Arbeitspapier 204*, Düsseldorf, Hans-Böckler-Stiftung.

Pendlebury, David A. (2008), Using Bibliometrics in Evaluating Research, White Paper, Philadelphia, PA, Thomson Reuters.

Pestre, Dominique (2003), »Regimes of Knowledge Production in Society: Towards a more Political and Social Reading«, *Minerva*, 41(3), S. 245–261.

Philipps, Axel (2011), »Errichtung und Zurechnung von Ressortforschungseinrichtungen. Eine Frage des Bedarfs an wissenschaftlicher Expertise?«, *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte*, 34(1), S. 7–26.

— (2013), »Mission statements and self-descriptions of German extra-university research institutes: A qualitative content analysis«, *Science and Public Policy*, 40(5), S. 686–697.

Phillips, David (2011), *The German Example: English Interest in Educational Provision in Germany Since 1800*, London, Continuum.

Polanyi, Michael (1962), *Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy*, Chicago, University of Chicago Press.

Powell, Justin J. W. (2000), Staatliche Forschungsförderung der Sozialwissenschaften: Die Deutsche Forschungsgemeinschaft und die amerikanische National Science Foundation im Vergleich, *Indepedent Research Group Working Paper 3/2000*, Berlin, Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.

— (2012), »Small State, Large World, Global University? Comparing Ascendant National Universities in Luxembourg and Qatar«, *Current Issues in Comparative Education*, 15(1), S. 100–113.

— (2015), »Hochschulbildung und Forschung in Luxemburg«, in: Ministère de l'Éducation nationale, de l'Énfance et de la Jeunesse, Universität Luxemburg (Hg.) *Bildungsbericht Luxemburg 2015. Band 2: Analysen und Befunde*, Luxemburg, S. 109–118.

Powell, Justin J. W./Dusdal, Jennifer (2016), »Europe's Center of Science: Science Productivity in Belgium, France, Germany, and Luxembourg«, *EuropeNow*, 1(1), 13.12.2016, http://www.europenowjournal.org/2016/11/30/europes-center-of-science-sciencproductivity-in-belgium-france-germany-and-luxembourg/.

— (2017a), »Measuring Research Organizations' Contributions to Science Productivity in Science, Technology, Engineering and Math in Germany, France, Belgium, and Luxembourg«, *Minerva*, 55(4), S. 413–434.

— (2017b), »The European Center of Science Productivity: Research Universities and Institutes in France, Germany, and the United Kingdom«, in: Justin J. W. Powell/David P. Baker/Frank Fernandez (Hg.) *The Century of Science: The Global Triumph of the Research University,* International Perspectives on Education and Society Series, 33. Bingley, UK, Emerald Publishing, S. 55–84.

Powell, Justin J. W./Solga, Heike (2010), »Why are Higher Education Participation Rates in Germany so Low? Institutional Barriers to Higher Education Expansion«, *Journal of Education and Work*, 24(1), S. 49–68.

Powell, Justin J. W./Baker, David P./Fernandez, Frank (2017), *The Century of Science: The Global Triumph of the Research University,* International Perspectives on Education and Society Series, 33, Bingley, UK, Emerald Publishing.

Powell, Justin J. W./Bernhard, Nadine/Graf, Lukas (2012a), »Amerikanisierung oder Europäisierung der (Aus-)Bildung? Die Bologna- und Kopenhagen-Prozesse und das neue europäische Modell der Hochschul- und Berufsbildung«, *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, Sonderheft 52 »Soziologische Bildungsforschung«, Rolf Becker/Heike Solga (Hg.), S. 437–458.

— (2012b), »The Emergent European Model in Skill Formation«, *Sociology of Education*, 85(3), S. 240–258.

Powell, Justin J. W./Fernandez, Frank/Crist, John T./Dusdal, Jennifer/Zhang, Liang/Baker, David P. (2017), »Introduction: The Worldwide Triumph of the Research University and Globalizing Science«, in: Justin J. W. Powell/David P. Baker/Frank Fernandez (Hg.) *The Century of Science: The Global Triumph of the Research University,* International Perspectives on Education and Society Series, 33, Bingley, UK, Emerald Publishing, S. 1–36.

Powell, Walter W. (1985), *Getting into Print, The Decision-Making Process in Scholarly Publishing*, Chicago, London, The University of Chicago Press.

Powell, Walter W./DiMaggio, Paul J. (1991), *The New Institutionalism in Organizational Analysis*, Chicago, London, The University of Chicago Press.

Power, Michael (1999), *The Audit Society. Rituals of Verification*, New York, Oxford University Press.

Pritchard, Alan (1969), »Statistical Bibliography or Bibliometrics?«, *Journal of Documentation*, 25(4), S. 348–349.

Pritchard, Rosalind M. O. (1998), »Academic Freedom and Autonomy in the United Kingdom and Germany«, *Minerva*, 36(2), S. 101–124.

— (2006), »Trends in the Restructuring of German Universities«, *Comparative Education Review*, 50(1), S. 90–112.

Ramirez, Francisco O./Boli, John (1987), »The political construction of mass schooling: European origins and worldwide institutionalization«, *Sociology of Education*, 60(1), S. 2–17.

Research Information Network (2009), *Communicating knowledge: How and why UK researchers publish and disseminate their findings*, London, Research Information Network.

Researchgate, 09.03.2018, https://www.researchgate.net.

Ritter, Gerhard A. (1994), *Big Science in Germany. Past and Present,* London, German Historical Institute London.

Rohrbeck, René (2010), »F+E-Politik von Unternehmen«, in: Dagmar Simon/Andreas Knie/Stefan Hornbostel (Hg.) *Handbuch Wissenschaftspolitik*, Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 427–440.

Rohrbeck, René/Arnold, Heinrich M. (2006), Making university-industry collaboration work – A case study on the Deutsche Telekom Laboratories contrasted with findings in literature, ISPIM 2006 Conference: »Networks for innovation«. Athens: International Society for Professional Innovation Management (ISPIM), MPRA Paper, 06.01.2017, https://mpra.ub.uni- muenchen.de/5470/.

Rohstock, Anne (2010), »Wider der Gleichmacherei! Luxemburgs langer Weg zur Universität 1848–2003«, *Forum für Politik, Gesellschaft und Kultur in Luxemburg*, 301, S. 43–46.

Rosenbloom, Joshua L./Ginter, Donna K./Juhl, Ted/Heppert, Joseph (2014), The Effects of Research & Development Funding on Scientific Productivity: Academic Chemistry, 1990–2009, *NBER Working Paper No. 20595*, Cambridge, MA.

Rüegg, Walter (1999), »Ortsbestimmung. Die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften und der Aufstieg der Universitäten in den ersten zwei Dritteln des 19. Jahrhunderts«, in: Jürgen Kocka (Hg.) *Die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften zu Berlin im Kaiserreich*, Berlin, Akademie-Verlag, S. 23–40.

Russell Group (2012), *Jewels in the Crown: The Importance and Characteristics of the UK's World-class Universities*, London, The Russel Group.

Salmi, Jamil (2009), *The Challenge of Establishing World Class Universities*, Washington, The World Bank.

Sampson, Geoffrey (1985), *Writing Systems*, Stanford, CA, Stanford University Press.

SBF (Staatssekretariat für Bildung und Forschung) (2011), Bibliometrische Untersuchung zur Forschung in der Schweiz 1981-2009, Bern, SBF.

Schelsky, Helmut (1969), *Abschied von der Hochschulpolitik oder die Universität im Fadenkreuz des Versagens*, Bielefeld, Bertelsmann Univ.-Verlag.

Schimank, Uwe (1995), *Hochschulforschung im Schatten der Lehre*, Frankfurt am Main, Campus.
— (2009), Humboldt in Bologna – falscher Mann am falschen Ort? Eröffnungsvortrag der Fachtagung »Studienqualität« der HIS GmbH am 25./26.03.2009. Hannover.
— (2012), »Wissenschaft als gesellschaftliches Teilsystem«, in: Sabine Maasen/Mario Kaiser/Martin Reinhart/Barbara Sutter (Hg.) *Handbuch Wissenschaftssoziologie*, Wiesbaden, Springer VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 113–123.
Schmoch, Ulrich/Gruber, Sonia/Frietsch, Rainer (2016), *5. Indikatorbericht Bibliometrische Indikatoren für den PFI Monitoring Bericht 2016*, Karlsruhe u.a., Fraunhofer ISI, iFQ, I²SoS.
Schmoch, Ulrich/Mallig, Nicolai/Michels, Carolin/Neuhäusler, Peter/Schulze, Nicole (2011), *Performance and Structures of the German Science System in an International Comparison 2010 with a Special Analysis of Public Non-university Research Institutions*, Karlsruhe, Fraunhofer ISI.
Schnell, Rainer/Hill, Paul B./Esser, Elke (2008), *Methoden der empirischen Sozialforschung (8 unveränderte Auflage)*, München, Wien, Oldenbourg Verlag.
Schofer, Evan (1999), »Science Associations in the International Sphere, 1875–1990. The Rationalization of Science and the Scientization of Society«, in: John Boli/George M. Thomas (Hg.) *Constructing World Culture. International Nongovernmental Organizations Since 1875,* Stanford, CA, Stanford University Press, S. 249–266.
— (2004), »Cross-national differences in the expansion of science, 1970–1990«, *Social Forces*, 83(1), S. 215–248.
Schofer, Evan/Meyer, John W. (2005), »The World-Wide Expansion of Higher Education in the Twentieth Century«, *American Sociological Review*, 70(6), S. 898–920.
Schultheis, Franz/Cousin, Paul-Frantz/Roca i Escoda, Marta (Hg.) (2008), *Humboldts Albtraum. Der Bologna- Prozess und seine Folgen*, Konstanz, UVK.
Schumann, Siegfried (2011), *Repräsentative Umfrage. Praxisorientierte Einführung in empirische Methoden und statistische Analyseverfahren (5. korr. Aufl.)*, München, Oldenbourg Verlag.
Scientometrics (1979), »Einführende Worte der ersten Ausgabe«, *Scientometrics*, 1(1).
Scopus, 09.03.2018, https://www.scopus.com/home.uri.

Scott, John (2017), *Social Network Analysis (4. Aufl.)*, London, Sage Publications.

Scott, W. Richard (1986), *Grundlagen der Organisationssoziologie*, Frankfurt am Main, New York, Campus.

— (1987), »The Adolescence of Institutional Theory«, *Administrative Science Quarterly*, 32(4), S. 493–511.

— (2006), »Reflexionen über ein halbes Jahrhundert Organisationssoziologie«, in: Konstanze Senge/Kai-Uwe Hellmann (Hg.) *Einführung in den Neo-Institutionalismus*, Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 201–222.

— (2014 [1995]), *Institutions and Organizations*, Thousand Oaks, Sage.

Scott, W. Richard/Meyer, John W. (1994), *Institutional Environments and Organizations. Structural Complexity and Individualism*, Thousand Oaks, Sage.

Selznick, Philip (1948), »Foundations of the theory of organizations«, *American Sociological Review*, 13(1), S. 25–35.

— (1949), *TVA and the Grass Roots*: *A Study in the Sociology of Formal Organization*, Berkeley, University of California Press.

Senge, Konstanze/Hellmann, Kai-Uwe (Hg.) (2006), *Einführung in den Neo-Institutionalismus*, Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Shelton Robert/Foland, Patricia/Gorelsky, Roman (2009), »Do new SCI journals have a different national bias?«, *Scientometrics*, 79(2), S. 351–363.

Shima, Kazunori (2017), »Changing Science Production in Japan: The Expansion of Competitive Funds, Reduction of Block Grants, and Unsung Heroes«, in: Justin J. W. Powell/David P. Baker/Frank Fernandez (Hg.) *The Century of Science: The Global Triumph of the Research University,* International Perspectives on Education and Society Series, 33, Bingley, UK, Emerald Publishing, S. 113–140.

Shin, Jung C. (2013), »The World-Class University: Concept and Policy Initiatives«, in: Jung C. Shin/Barbara M. Kehm (Hg.) *Institutionalization of World-Class University in Global Competition*, Heidelberg u.a., Springer, S. 17–32.

Shin, Jung C./Kehm, Barbara M. (2013a), »The world-class university across higher education systems: similarities, differences, and challenges«, in: Jung C. Shin/Barbara M. Kehm (Hg.) *Institutionalization of World-Class University in Global Competition*, Heidelberg u.a., Springer, S. 275–286.

— (Hg.) (2013b), *Institutionalization of World-Class University in Global Competition*, Heidelberg u.a., Springer.

Shinn, Terry (1999), »Change or Mutation? Reflections on the Foundations of Contemporary Science«, *Social Science Information*, 38(1), S. 149–176.

— (2002), »The Triple Helix and New Production of Knowledge: Prepacked Thinking on Science and Technology«, *Social Studies of Science*, 32(4), S. 599–614.

Simon, Dagmar/Knie, Aandreas/Hornbostel, Stefan (2010), »Einleitung«, in: Dagmar Simon/Andreas Knie/Stefan Hornbostel (Hg.) *Handbuch Wissenschaftspolitik*. Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 9–10.

— (Hg.) (2010), *Handbuch Wissenschaftspolitik (1. Aufl.)*, Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Simon, Dagmar/Knie, Aandreas/Hornbostel, Stefan/Zimmermann, Karin (Hg.) (2016), *Handbuch Wissenschaftspolitik (2. Vollst. Überarb. Aufl.)*, Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Small, Henry/Greenlee, Edwin (1977), *A Citation and Publication Analysis of US Industrial Organizations*, Arlington, Va, National Science Foundation.

SPHERE Project, 09.03.2018, http://qatar.sfs.georgetown.edu/research/faculty-research/science-productivity-higher-education-developme nt-and-knowledge-society.

Spiewak, Martin (2016), Nichts als Gutachten im Kopf. Wer forscht, muss in Fachzeitschriften publizieren. Aber nicht ohne Kontrolle durch Kollegen, Längst stößt dieses Verfahren an seine Grenzen. Was sind die Alternativen, *Die Zeit*, 28.07.2017.

— (2017), Journale im Zwielicht. Forscher müssen veröffentlichen, um voranzukommen. Verlage bieten ihnen an, ungeprüft Artikel in vermeintlich seriösen Onlinemagazinen unterzubringen. Der Ruf der Wissenschaft steht auf dem Spiel, *Die Zeit*, 9.03.2017.

Star, Susan L. (1999), »The Ethnography of Infrastructure«, *American Behavioral Scientist*, 43(3), S. 377–391.

Stehr, Nico (1994), *Arbeit, Eigentum und Wissen. Zur Theorie von Wissensgesellschaften*, Frankfurt am Main, Suhrkamp.

Stevens, Mitchell L./Armstrong, Elizabeth A./Arum, Richard (2008), »Sieve, Incubator, Temple, Hub: Empirical and Theoretical Advan-

ces in the Sociology of Higher Education«, *Annual Review of Sociology*, 34, S. 127–151.

Stichweh, Rudolf (1984), *Zur Entstehung des modernen Systems wissenschaftlicher Disziplinen. Physik in Deutschland 1740–1890*, Frankfurt am Main, Suhrkamp.

— (1993), »Wissenschaftliche Disziplinen. Bedingungen ihrer Stabilität im 19. und 20. Jahrhundert«, in: Jürgen Schriewer/Edwin Keiner/ Christophe Charle (Hg.) *Sozialer Raum und akademische Kulturen*, Frankfurt am Main, Peter Lang, S. 235–250.

— (2005), »Die Universalität wissenschaftlichen Wissens«, in: Karen Gloy/ Rudolf zur Lippe (Hg.) *Weisheit–Wissen–Information*, Göttingen, V&R Unipress, S. 177–191.

— (2010), The Institutional Structure of the German University. Unveröffentlichtes Manukript, 23.03.2017, https://www.fiw.uni-bonn.de/ demokratieforschung/personen/stichweh/pdfs/76_institutional-structure- german-university.pdf.

Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, 23.02.2018, https://www. stifter verband.org.

Stinchcombe, Arthur L. (1965), »Social Structure and Organizations«, in: James G. March (Hg.) *Handbook of Organizations*, Chicago, Rand McNally, S. 142–193.

— (1973), »Formal Organization«, in: Neil J. Smelser (Hg.) *Sociology: An Introduction*, New York, Wiley, S. 23–65.

— (1997), »On the Virtues of the Old Institutionalism«, *Annual Review of Sociology*, 23, S. 1–18.

Stock, Manfred (1997), »Bildungsökonomische Planung als Mythos. Zur Hochschulentwicklung in der DDR«, *Beiträge zur Hochschulforschung*, 2, S. 225-240.

Stock, Manfred/Reisz, Robert D. (Hg.) (2008), »Private Hochschulen – Private Higher Education«, *die hochschule*, 2.

Stock, Manfred/Powell, Justin J. W./Reisz, Robert D. (2014), Higher Education and Scientific Research in Germany. Reconstructing the Nexus of Research and Teaching. Typoskript.

Strotmann, Andreas/Zhao, Dangzhi (2010), »Combining Commercial Citation Indexes and Open-Access Bibliograpic Databases to Delimit Highly Interdisciplinary Research Fields for Citation Analysis«, *Journal of Informetrics*, 4(2), S. 194–200.

Suárez, David F./Bromley, Patricia (2016), »Institutional Theories and Levels of Analysis: History, Diffusion, and Translation«, in: Jürgen Schriewer (Hg.) *Re-Conceptualising the Global/Local Nexus: Meaning Constellations in the World Society*, London, Routledge/Taylor & Francis, S. 139–159.

Systemverbund Bundeswehrkrankenhaus, 28.02.2018, https://bwkrankenhaus.de/startseite.html.

Tague-Sutcliffe, Jean M. (1992), »An introduction to informetrics«, *Information Processing & Managemen*t, 28(1), S. 1–3.

Tashakkori, Abbas/Teddlie, Charles (Hg.) (2010), *Sage Handbook of Mixed Methods in Social & Behavioral Sciences (2nd edition)*, California, Sage Publications.

Teichler, Ulrich (2000), »Hochschulforschung. Sachstand und institutionelle Basis«, *Beiträge zur Hochschulforschung*, 22(1/2), S. 7–19.

— (2005), *Hochschulstrukturen im Umbruch. Eine Bilanz der Reformdynamik seit vier Jahrzehnten*, Frankfurt am Main, New York, Campus.

Teodorescu, Daniel (2000), »Correlates of faculty publication productivity: A cross-national analysis« *Higher Education*, 39(2), S. 201–222.

Tess, Beatriz H./Shiguemi Furuie, Sérgio/Figueiredo Castro, Regina C./do Carmo Cavarette Barreto, Maria/Cuce Nobre, Moacyr R. (2009), »Assessing the Scientific Research Productivity of a Brazilian Healthcare Institution: A Case Study at the Heart Institute of São Paulo, Brazil« *Clinics*, 64(6), S. 571–576.

Testa, James (2016), The Thomson Reuters Journal Selection Process, 03.02.2017, http://wokinfo.com/essays/journal-selection-process/.

The Royal Society (2011), *Knowledge, Networks, and Nations: Global scientific collaboration in the 21st century*, London, The Royal Society.

Thelen, Kathleen (2004), *How Institutions Evolve*, Cambridge, Cambridge University Press.

Tiefel, Sandra (2006), »Promovieren in Kollegs und Zentren: Entwicklung, Zielsetzungen und Angebote verschiedener Modelle strukturierter Promotion in Deutschland«, in: Claudia Koepernik/Johannes Moes/Sandra Tiefel (Hg.) *GEW- Handbuch. Promovieren mit Perspektive. Ein Ratgeber von und für DoktorandInnen*, Bielefeld, W. Bertelsmann Verlag GmbH & Co. KG, S. 252–264.

Tight, Malcom (2009), *The Development of Higher Education in the United Kingdom since 1945*, Maidenhead, Open University Press.

Tijssen, Robert J. W./van Leuween, Thed N. (2003), *Bibliometric Analyses of World Science. Extended technical annex to chapter 5 of the »Third European Report on S&T Indicators«*, Leiden, CWTS.

Tijssen, Robert J. W./van Leuween, Thed N./van Raan, Anthony F. J. (2002), *Mapping the Scientific Performance of German Medical Research*, Stuttgart, Schattauer.

Tiravanija, Rirkrit (2012), *»The Days of this Society is Numbered«*. Museum of Modern Art. New York City.

Tolbert, Pamela S./Zucker, Lynne G. (1996), »The Institutionalization of Institutional Theory«, in: Steward R. Clegg/Cynthia Hardy/Walter R. Nord, (Hg.) *Handbook of Organization Studies*, London, Sage, S. 175–190.

Torka, Marc (2009), *Die Projektförmigkeit der Forschung*, Baden-Baden, Nomos.

TR (Thomson Reuters) (2014a), Thomson Reuters Marks 50 Years of Scientific Citation Indexing in Web of Science. Press Release, 20.02.2014 http://thomsonreuters.com/press- releases/052014/ Thomson-Reuters-50-Years-Web-of-Science.

— (2014b), Web of Science, 20.02.2014, http://thomsonreuters.com/pro ducts/ip- science/04_062/wos-next-gen-brochure.pdf.

— (2014c), Connecting Dots Across the Research Ecosystem. A White Paper, Thomson Reuters.

— (2017), Scope Notes. 2017. Science Citation Index. Science Citation Index Expanded, 08.02.2017, http://ip-science.thomsonreuters. com/mjl/scope/scope_scie/.

— 26.07.2017, http://ip-science.thomsonreuters.com/mjl/scope/scope _sce/.

Traweek, Sharon (1988), *Beamtimes and Lifetimes: The World of High Energy Physicists*, Harvard, Harvard University Press

Tscharntke, Teja/Hochberg, Michael E./Rand, Tatyana A./Resh, Vincent H./Krauss, Jochen (2007), »Author sequence and credit for contributions in multi-authored publications«, *PloS Biology*, 5(1), S. 13–14.

TU München, Munich Center for Technology and Society, 23.02.2018, https://www.mcts.tum.de/startseite/.

— Lehrkrankenhäuser, 28.02.2018, https://www.med.tum.de/de/lehrkran kenhäuser-und-praxen.

TU9, German Institutes of Technology, 09.03.2018, https://www.tu9.de.

U-Multirank (2016), U-Multirank. Universities compared. Your way, 07.08.2017, http://www.umultirank.org/#!/home?name=null&trackType=home.

UL (University of Luxembourg) (2016), Rankings and Accreditation, 07.08.2017, https://wwwde.uni.lu/universite/presentation/rankings_accreditations.

Ulnicane, Inga (2015), »Why do international research collaborations last? Virtuous circle of feedback loops, continuity, and renewal«, *Science and Public Policy*, 42(2), S. 433–447.

UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) (Hg.) (2015), UNSECO Wissenschaftsbericht. Der Weg bis 2030, Zusammenfassung, Bonn, UNESCO.

Union der Deutschen Akademien der Wissenschaften, 09.03.2018, http://www.akademienunion.de/akademienunion/ueber-uns/.

Universität Bielefeld, Institute for Interdisciplinary Studies of Science (I^2SoS), 23.02.2018, https://www.uni-bielefeld.de/(en)/i2sos/.

Universität Bonn, Forum Internationale Wissenschaft, 23.02.2018, https://www.fiw.uni-bonn.de/willkommen.

Universität Halle-Wittenberg, Institut für Hochschulforschung (HoF), 23.02.2018, http://www.hof.uni-halle.de.

Universität Kassel, International Centre for Higher Education Research Kassel (INCHER), 23.02.2018, https://www.uni-kassel.de/einrichtungen/incher/.

Universität Konstanz, AG Hochschulforschung, 23.02.2018, https:// cms.uni-konstanz .de/ag-hochschulforschung/.

Van Leuwen, Thed/Moed, Henk F./Tijssen, Robert J. W./Visser, Martijn S./van Raan, Anthony F. J. (2001), »Language biases in the coverage of the Science Citation Index and ist consequences for international comparisons of national research performance«, *Scientometrics*, 51(1), S. 335–346.

Van Noorden, Richard/Maher, Brendan/Nuzzo, Regina (2014), »The Top 100 Papers. Nature explores the most-cited research of all time«, *Nature*, 514(7524), S. 550–553.

Velema, Thijs A. (2012), »The contingent nature of brain drain and brain circulation: Their foreign context and the impact of return scientists on the scientific community in their country of origin«, *Scientometrics*, 93 (3), S. 893–913.

Volkmann, Ute/Schimank, Uwe/Rost, Markus (2014), »Two Worlds of Academic Publishing: Chemistry and German Sociology in Comparison«, *Minerva*, 52(2), S. 187–212.

Volkswagenstiftung, Forschungsprogramm »Experiment«, 27.02.2018, https://www.volkswagenstiftung.de/experiment.html?tx_itaofundinginitiative_itaofundinginitiativelist%5Bcontroller%5D=FundingInitiative&cHash=29d4f3d9556a5d7f02d3a438b7a91ac7.

vom Brocke, Bernhard (1996), »Institute und Forschungsstellen der KWG/MPG 1911–1995«, in: Bernhard vom Brocke/Hubert Laitko (Hg.) *Das Harnack-Prinzip*, Berlin, New York, S. 633–640.

— (1999), »Verschenkte Optionen. Die Herausforderung der Preußischen Akademie durch neue Organisationsformen der Forschung um 1900«, in: Jürgen Kocka (Hg.) *Die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften zu Berlin im Kaiserreich*, Berlin, Akademie, S. 119–147.

— (2001), »Die Entstehung der deutschen Forschungsuniversität, ihre Blüte und Krise um 1900«, in: Rainer C. Schwinges (Hg.) *Humboldt International. Der Export des deutschen Universitätsmodells im 19. und 20. Jahrhundert*, Basel, Schwabe & Co., S. 367–401.

Ward, David (2005), *Universities as global institutions*, Speech at the University of Manchester, October 19, 2005.

Watson, Peter (2010), *The German Genius. Europe's Third Renaissance, The Second Scientific Revolution and the Twentieth Century*, New York, Simon & Schuster.

Weber, Max (1956), *Wirtschaft und Gesellschaft: Grundriss der verstehenden Soziologie (4., neu hrsg. Aufl.),* Tübingen, Mohr.

— (2002 [1919]), »Wissenschaft als Beruf«, in: Dirk Kaesler (Hg.) *Max Weber Schriften 1894–1922*, Stuttgart, Kröner, S. 474–511.

— (2004 [1904; 1905]), *Die protestantische Ethik und der Geist des Kapitalismus*, München, Beck.

Webler, Wolff-Dietrich (2008), »Forschungsintensivierung an (neu gegründeten) Fachhochschulen bzw. neugegründeten Fachbereichen – Aufbau eines Forschungsprofils, Steigerung des Forschungspotentials, Projektentwicklung, Umgang mit Deputaten und Sicherung der Qualität der Forschung«, *Forschung. Politik – Strategie – Management*, 1 (2+3), S. 57–64.

Weingart, Peter (1997), »From ›Finalization‹ to ›Mode 2‹: Old Wine in New Bottles?«, *Social Science Information*, 36(4), S. 591–613.

— (2001), *Die Stunde der Wahrheit? Zum Verhältnis der Wissenschaft zu Politik, Wirtschaft und Medien in der Wissensgesellschaft*, Weilerswist, Velbrück Wissenschaft.

— (2005), »Das Ritual der Evaluierung und die Verführung der Zahlen«, in: Martin Lengwiler/Dagmar Simon (Hg.) *New Governance Arrangements in Science Policy*, *WZB-Discussion Paper 2005–101*, Berlin, WZB.

— (2013 [2003]), *Wissenschaftssoziologie*, Bielefeld, transcript Verlag.

Weingart, Peter/Lentsch, Justus (2008), *Wissen – Beraten – Entscheiden. Form und Funktion wissenschaftlicher Politikberatung in Deutschland*, Weilerswist, Velbrück Wissenschaft.

Weingart, Peter/Winterhager, Martin (1984), *Die Vermessung der Forschung. Theorie und Praxis der Wissenschaftsindikatoren*, Frankfurt, New York, Campus.

White, Howard D./McCain, Katherine W. (1989), »Bibliometrics«, *Annual review of information science and technology*, 24, S. 119–186.

Whitley, Richard (1978), »Types of science, organizational strategies and patterns of work in research laboratories in different scientific fields«, *Social Science Information*, 17(3), S. 427–447.

Wilts, Arnold (2000), »Forms of research organisation and their responsiveness to external goal setting«, *Research Policy*, 29(6), S. 767–781.

Windolf, Paul (1997), *Expansion and Structural Change: Higher Education in Germany, the United States and Japan, 1870-1990*, Boulder, Westview Press.

Winter, Martin (2014), »Topografie der Hochschulforschung in Deutschland«, *die hochschule*, (23)1, S. 25–49.

Winter, Martin/Krempkow, René (2013), Kartierung der Hochschulforschung in Deutschland 2013. Bestandsaufnahme der hochschulforschenden Einrichtungen, Wittenberg, Berlin.

WIPO (World Intellectual Property Organization) (2015), Patent Cooperation Treaty Yearly Review. The International Patent System, Geneva, WIPO.

— Patentscope, 26.02.2018, https://patentscope.wipo.int/search/de/search.jsf.

Witte, Johanna (2006), Change of Degrees and Degrees of Change. Comparing Adaptions of European Higher Education Systems in the Context of the Bologna-Process (Dissertation). CHEPS, Universität Twente.

Witte, Johanna/van der Wende, Marijk/Huisman, Jeroen (2008), »Blurring Boundaries: How the Bologna Process Changes the relationship between University and Non-university Higher Education«, *Studies in Higher Education*, 33(3), S. 217–231.

Wolter, Andrä (2011), »Hochschulforschung«, in: Heinz Reinders/Hartmut Ditton/Cornelia Gräsel/Burkhard Gniewos (Hg.) *Empirische Bildungsforschung – Gegenstandsbereiche*, Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 125–136.

Woolf, Harry (1984), »Basic research and industrial enterprise« *Minerva*, 22(2), S. 183–195.

WR (Wissenschaftsrat) (2002), Empfehlungen zur Doktorandenausbildung. Saarbrücken. (Drs. 5459–02).

— (2004a), Empfehlungen zu Rankings im Wissenschaftssystem Teil 1: Forschung, Hamburg, (Drs. 6285–04).

— (2004b), Standortübergreifende Stellungnahme zur Weiterentwicklung der Universitätsmedizin in Baden-Württemberg, Berlin, (Drs. 6196–04).

— (2004c), Empfehlungen für die Errichtung einer Nationalen Akademie in Deutschland, Berlin, (Drs. 5922–04).

— (2006), Empfehlungen zur zukünftigen Rolle der Universitäten im Wissenschaftssystem, Berlin, (Drs. 7067–06).

— (2009), Internationale Mobilität in der Wissenschaft. Bericht des Vorsitzenden zu aktuellen Tendenzen im deutschen Wissenschaftssystem, Herbstsitzung des Wissenschaftsrates 2009, Berlin.

— (2011), Anforderungen an die Qualitätssicherung der Promotion. Positionspapier, Berlin, (Drs. 1794–11).

— (2014), Institutionelle Perspektiven der empirischen Hochschul- und Wissenschaftsforschung in Deutschland. Positionspapier, Berlin, (Drs. 3821–14).

— (2015), Leitfaden zur Institutionellen Akkreditierung nichtstaatlicher Hochschulen. Wissenschaftsrat, Berlin, (Drs. 4395–15).

WZB (Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung), 23.02.2018, https://www.wzb.eu/de.

— Forschungsgruppe Wissenschaftspolitik, 23.02.2018, https://www.wzb.eu/de/forschung/gesellschaft-und-wirtschaftliche-dynamik/wissenschaftspolitik.

Zapp, Mike (2014), Educating the World: International Organizations and the Construction of Lifelong Learning (Dissertation). Universität Koblenz-Landau.

Zapp, Mike/Powell, Justin J. W. (2017), »Moving towards Mode 2? Evidence-based policy-making and the changing conditions for educational research in Germany«, *Science and Public Policy*, 44(4), S. 645-655.

Zhang, Liang/Powell, Justin J. W./Baker, David P. (2015), »Exponential Growth and the Shifting Global Center of Gravity of Science Production, 1900-2011«, *Change: The Magazine of Higher Learning*, 47(4), S. 46–49.

Zhang, Liang/Sun, Liang/Bao, Wei (2017), »The Rise of Higehr Education and Science in China«, in: Justin J. W. Powell/David P. Baker/ Frank Fernandez (Hg.) *The Century of Science: The Global Triumph of the Research University,* International Perspectives on Education and Society Series, 33. Bingley, UK, Emerald Publishing, S. 141–172.

Zipf, George K. (1935), *The Psycho-Biology of Language: An Introduction to Dynamic Biology*, Cambridge, MIT Press.

— (1949), *Human Behavior and the Principle of Least Effort: An Introduction to Human Ecology*, Cambridge, Addison-Wesley Press.

Zucker, Lynne G. (1987), »Institutional Theories of Organization«, *Annual Review of Sociology*, 13, S. 443–464.

— (1991 [1977]), »The Role of Institutionalization in Cultural Persistence«, in: Walter W. Powell/Paul J. DiMaggio (Hg.) *The New Institutionalism in Organizational Analysis*, Chicago, London, The University of Chicago Press, S. 83–107.

— (Hg.) (1988), *Institutional Patterns and Organizations. Culture and Environment*, Cambridge, MA, Ballinger.

Zuckerman, Harriet (1988), »The Sociology of Science«, in: Neil J. Smelser (Hg.) *Handbook of Sociology*, Newbury Park u.a., Sage Publications, S. 511–574.

Dank

Ohne die unermüdliche Unterstützung vieler Kolleginnen und Kollegen, Freunden und Familie wäre die Entstehung der hier vorliegenden Dissertation nicht möglich gewesen. Ihnen bin ich zu besonderem Dank verpflichtet. Die Arbeit wurde am 25. April 2017 an der Universität Luxemburg im Fachbereich Soziologie verteidigt. Eingebettet wurde meine Dissertation in das vom *Qatar National Research Fund* geförderte Forschungsprojekt »Scientific Productivity, Higher Education, Research and Development and the Knowledge Society«, kurz SPHERE.

Mein Doktorvater, Justin J.W. Powell, hat mich während meiner gesamten Dissertationszeit sehr engagiert begleitet. Seine jederzeit motivierenden Worte, inhaltlichen Anregungen und kritischen Kommentare sowie interessierte Nachfragen haben mich dazu angeregt, meine soziologische Brille zu schärfen und schlüssige Argumentationsketten aufzubauen. Er hat mir stets die Freiheit gelassen, eigene Ideen und Gedanken zu entfalten. Ihm danke ich sehr für seine endlose Geduld und das große Vertrauen, das er mir die letzten Jahre entgegen gebracht hat.

Den Mitgliedern meiner Prüfungskommission, David P. Baker, Eva Barlösius, Andreas Hadjar, Robert Harmsen und Georg Krücken bin ich für die sogfältige Lektüre meiner Arbeit, die zahlreichen Hinweise und Anmerkungen sowie die exzellente Betreuung in vielen persönlichen Gesprächen sehr dankbar.

David P. Baker hat mich während meines Auslandsaufenthalts an der *The Pennsylvania State University* immer wieder darin bestärkt, mit dem umfangreichen empirischen Datenmaterial souverän umzugehen. Durch den persönlichen Einblick in den Forschungsalltag einer amerikanischen *super research university* habe ich viel über die Besonderheiten des Vergleichs unterschiedlicher Hochschul- und Wissenschaftssysteme gelernt. Meine Fortschritte konnte ich regelmäßig im Doktorandenkolloquium präsentieren und diskutieren. Besonders Yuan Chih Fu, Yifan Bai, Renata Horvatek und Huacong

Liu, aber auch viele andere, haben dazu beigetragen, dass ich mich in State College sofort zu Hause gefühlt habe.

Bereits während meines Studiums der Sozialwissenschaften an der Leibniz Universität Hannover hat mich Eva Barlösius intensiv betreut und gefördert. Sie hat mein Interesse für die Hochschul- und Wissenschaftsforschung geweckt und mir das Selbstbewusstsein gegeben, meine Forschungsinteressen weiterzuverfolgen und in Form einer Dissertation niederzuschreiben. Ohne die endlosen Diskussionen in den Kaffeepausen mit meinen Kommilitonen Karen Bartelt, Mathias Geils, René Herder, Malte Lütjen und Benjamin Müller wären mir sicher einige Zusammenhänge zwischen Wissenschaft und Gesellschaft verschlossen geblieben.

Die Türen von Andreas Hadjar und Robert Harmsen standen jederzeit für mich offen. Geduldig haben sie all meine Fragen beantwortet, frühe Textbausteine gelesen, diese mit hilfreichen Anmerkungen versehen und mir durch kritische Nachfragen geholfen, den roten Faden zu finden.

Georg Krücken hat sich spontan bereit erklärt, meine Arbeit als externer Experte zu begutachten, nachdem ich im Oktober 2016 erste Forschungsergebnisse im Doktorandenkolloquium des *International Centre for Higher Education Research* vorstellen durfte. Anna Kosmützky und Otto Hüther danke ich sehr für die Einladung nach Kassel und den Teilnehmerinnen und Teilnehmern des Kolloquiums für die lebhafte Diskussion im Anschluss an meine Präsentation. Auch die ein Jahr später stattgefundene *Summer School* »Boundaries in Science and Higher Education (Research)« hat wesentlich dazu beigetragen, mein Dissertationsmanuskript in eine publizierbare Form zu bringen. Für die Aufnahme meiner Arbeit in die von Georg Krücken herausgegebenen Reihe „Hochschule und Gesellschaft" beim Campus Verlag sowie die sehr gute Betreuung durch meine Lektorinnen Eva Janetzko, Julia Flechtner und Miryam Schellbach bin ich sehr dankbar.

Die Einbettung meiner Arbeit in das multinationale und multilinguale SPHERE Projektteam war eine besonders bereichernde Erfahrung für mich. Ich habe gelernt, dass international vergleichende Forschung immer auch Zusammenarbeit heißt. Meinen Kollegen David P. Baker, Frank Fernandez, Yuan Chih Fu, Seungwan Nam, Justin J. W. Powell, Robert Reisz, Kazunori Shima, Manfred Stock und Liang Zhang danke ich für die tollen Projekttreffen, gemeinsame Konferenzbesuche, anregende Gespräche und die Bereitschaft, mir alle Fragen zum Aufbau meines theoretischen Konzepts und den Daten und Methoden zu beantworten.

Die intensive Aufbereitung, Fehlerbereinigung und Kodierung eines Rohdatensatzes, der mehr als ein Jahrhundert umfasst, wäre ohne die tatkräftige Mithilfe unserer motivierten und selbständig arbeitenden wissenschaftlichen Hilfskräfte Pauline Siebert, Isabell Maue und Haythem Kamel Emam Badawy im Zeitrahmen meiner Dissertation nicht möglich gewesen.

An der Universität Luxemburg haben neben Justin J.W. Powell insbesondere Mike Zapp, Marcelo Marques, Barbara Bach-Hoenig und Lukas Graf große Teile meiner Arbeit gelesen und kommentiert. Wir haben uns regelmäßig bei inspirierenden und motivierenden Arbeitstreffen ausgetauscht. Ihre inhaltliche und persönliche Unterstützung hat dazu beigetragen, dass ich diese Arbeit fertig stellen konnte. Lukas stand mir zudem seit Beginn meiner Promotion mit Rat und Tat zur Seite. Ohne ihn wäre mir der Einstieg in das Doktorandinnen-Leben sicher nicht so schnell und vergnügt gelungen.

Neben Lukas habe ich mir mit Klaus Dittrich, Frederik Herman und Shaghayegh »Chista« Nadimi Amiri in unterschiedlichen Konstellationen ein Büro geteilt. Ihnen danke ich für die schöne Zeit, und dass sie mein organisiertes Zettelchaos meistens ignorieren konnten. Im Rahmen unseres Kolloquiums konnte ich mich mit den Mitgliedern des *Institute of Education and Society* mehrfach über die Fortschritte meiner Arbeit austauschen. Durch die unterschiedliche Fächerzugehörigkeit meiner Kolleginnen und Kollegen haben sich mir durch konstruktives Feedback und interessante Nachfragen neue Perspektiven auf mein Forschungsfeld eröffnet.

Im Rahmen der *Doctoral School in Educational Sciences* hatte ich mehrfach ich die Gelegenheit, meine Arbeit zu präsentieren und mich mit anderen Doktorandinnen und Doktoranden auszutauschen. Besonders die spannenden Diskussionen über (Hochschul-)Bildung an der Schnittstelle zwischen Soziologie, Geschichte und Erziehungswissenschaften werden mir in Erinnerung bleiben. Über die finanzielle Unterstützung meines Auslandsaufenthalts an der *The Pennsylvania State University* und die Ermöglichung des regelmäßigen Besuchs von nationalen und internationalen wissenschaftlichen Konferenzen bin ich sehr dankbar. Susanne Backes, Tessa Elisabeth Lehnert, Sylvia Nienhaus, Barbara Rothmüller und Jan Scharf danke ich für die kontinuierliche Unterstützung, ihre aufmunternden Worte sowie das kritische Feedback zu einzelnen Textpassagen meiner Dissertation.

Die Auszeichnung meiner Arbeit mit dem „Ulrich-Teichler-Preis“ für herausragende Dissertationen 2018 der Deutschen Gesellschaft für Hochschulforschung hat eine besondere Bedeutung für mich. Ich danke Roland Bloch und den anonymen Mitgliedern der Auswhalkommission sowie Ulrich

Teichler für die großartige Laudatio und kritische Würdigung meiner Arbeit im Rahmen der 13. Jahrestagung der Gesellschaft in Speyer.

Zuletzt möchte ich meiner Familie und all meinen Freunden danken. Ohne ihren Rückhalt wäre dieses Buch nicht entstanden. Trotz vieler schlafloser Nächte und scheinbar endlosen Wochenenden am Schreibtisch hat Jan mich mit viel Geduld umsorgt. Einer der schönsten Momente meiner Promotionszeit war, als bei meinen Eltern, Marlis und Reinhard, nach Beendigung meiner Verteidigung die Anspannung nachließ. Ihr habt mich immer dazu ermutigt meine eigenen Entscheidungen zu treffen und mit großer Neugier auf den Abschluss meiner Dissertation gewartet.

Luxemburg, Juli 2018
Jennifer Dusdal